Chemiſche und bakteriologiſche Unterſuchungen über die Beſchaffenheit des Neckarwaſſers bei Heidelberg.

Inaugural-Diſſertation

zur

Erlangung der Mediziniſchen Doktorwürde

einer

Hohen Mediziniſchen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Univerſität zu Heidelberg

vorgelegt von

Karl Ludwig Balz

aus Beuren (Württ.).

HEIDELBERG.

Heidelberger Verlagsanſtalt und Druckerei (Theodor Berkenbuſch).

1915.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät Heidelberg.
1915.

Der Referent:
Prof. Dr. H. Kossel.

Der Dekan:
Prof. Dr. H. Braus.

Meinen treubesorgten Eltern

in Liebe und Dankbarkeit
gewidmet.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	7
Kanalisationsverhältnisse und Fäkalienbeseitigung	8
Entnahmestellen	11
Die angewandten Untersuchungsmethoden	13
Chem. Untersuchung der Abwässer Heidelbergs	14
Abwässer (Tabelle)	15
Abkürzungen in den Tabellen	16
Versuche (Tabellen)	17
Ergebnisse der chemischen Untersuchung:	
1. Allgemeine Beobachtung	49
2. Äussere Beschaffenheit	49
3. Suspend. Bestandteile	50
4. Gelöste Stoffe	51
5. Glührückstand und Glühverlust	52
6. Härte	53
7. Chloride	53
8. Ammoniak	54
9. Salpetr. Säure und Salpetersäure	56
10. Der Sauerstoffgehalt	56
11. Sauerstoffzehrung	65
12. Organ. Substanzen	67
Bakteriolog. Ergebnisse:	
1. Keimzahl	68
2. Nachweis des Bact. coli und Bestimmung des Coli- und Thermophilentiters	70
Die Neuenheimer Abwässer und das Neckarwasser	71
Mehrbelastung des Neckarwassers vermutlich nach Einführung der Schwemmkanalisation	72
Schluss	75
Literatur-Angaben	76

Einleitung.

Die Stadt Heidelberg beschäftigt sich seit längeren Jahren mit Vorarbeiten für die Einführung der Schwemm-Kanalisation. Dabei besteht die Absicht, das mechanisch gereinigte Abwasser direkt dem Neckar zuzuleiten.

Durch diese Neuerung wird für das Neckarwasser bei Heidelberg eine neue Verunreinigungsquelle gesetzt.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand schien es geboten, objektive wissenschaftliche Unterlagen auf Grund chemischer und bakteriologischer Untersuchungen über den jetzigen Zustand des Flusses zu erhalten.

Die vorliegende Arbeit, die ich im hygienischen Institut auf Veranlassung von Herrn Prof. H. Kossel im August 1913 begonnen und Juli 1914 beendigt habe, soll die heute bestehende Veränderung des Neckarwassers durch die Heidelberger Abwässer zeigen. Sie befasst sich mit der Untersuchung des Flusswassers auf einer ca. 10 Km. langen Strecke. Zugleich soll sie einen Vergleich ermöglichen mit der Beschaffenheit des Neckarwassers nach Durchführung der Kanalisation.

Kanalisationsverhältnisse und Fäkalienbeseitigung.

Die folgenden Angaben verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des hiesigen Tiefbauamtes.

Die Kanalisation geht auf das Jahr 1874 zurück, wo ihr ein Entwurf des Ingenieurs Bürkli zu Grunde gelegt wurde. Sie ist also zu einer Zeit entstanden, wo eben die Städte daran gingen, die Kanalisation einzuführen. Im Laufe der Jahre wurde sie in fast allen Strassen ausgeführt.

Man hielt sich aber dabei nicht streng an den ursprünglichen Entwurf Bürklis; die mehrfachen Änderungen, die vorgenommen wurden, waren nur die Nutzanwendungen guter Erfahrungen, die man im Laufe der Zeit gemacht hatte.

Die Kanalisation umfasste alle Abwässer und Regenwässer mit Ausschluss der Fäkalien.

Heute gilt für das linke Neckarufer folgender Zustand:

Das gesamte Abwässer, mit Einschluss der Regenwasser, wird 2 grossen Sammelkanälen zugeleitet. Der eine, zugleich der höher gelegene, Sammler durchzieht die Hauptstrasse und Bergheimerstrasse; der andere, der tiefer gelegene, beginnt am Karlstor und läuft in seiner ganzen Ausdehnung dem Neckar entlang. Beide münden in den Unterwasserkanal des Zementwerkes und dieser führt sein Wasser direkt dem Mühlkanal zu.

Für grössere Regenfälle, wenn die Kanäle nicht alles Wasser aufnehmen können, sind an den Kanälen Überläufe angebracht, die gestatten, das Wasser auf dem direktesten Wege dem Neckar zu zuleiten. Sie treten aber nur zu Regenzeiten in Funktion, und dann auch erst bei 5—8 facher Verdünnung des Abwassers. Die Hauptmündung dieser Überläufe liegt zwischen alter und neuer Brücke.

Die Neuenheimer Abwässer haben ein gesondertes Kanalnetz. Ihre Mündung ist am Neuenheimer Ufer kurz unterhalb der Fähre.

Das Gefälle der Abwässer-Kanäle ist sehr gering. Dieser Umstand ist für einen raschen Abfluss der Abwässer natürlich ungünstig und erfordert eine Reinigung von Zeit zu Zeit. Diese geschieht in der Weise, dass sämtliche Sammelkanäle teils mit Wasserleitungswasser, teils mit Neckarwasser durchspült werden. Der Abfluss der Spülwässer geht durch die Notauslässe in den Fluss. Zufällig habe ich einmal an einem solchen Tage Proben entnommen (s. V. vom 6. Dez. 13). Es zeigte sich dabei, wie ich vorweg bemerken will, dass bei der Entnahmestelle beim hygienischen Institut die Keimzahl sehr stark erhöht war (16000). Sie war selbst höher als an der verunreinigten Stelle bei Wieblingen. Es hat sich im Laufe des Jahres nie wieder eine so hohe Keimzahl an dieser Stelle ergeben. Dasselbe gilt auch für die suspend. Bestandteile und Substanzen, die an diesem Tage daselbst ebenfalls die höchsten Werte ergaben.

Über die Menge der Abwässer konnte ich folgende Angaben erhalten.

Nach den Aufzeichnungen des Wasserwerkes ist der mittlere Wasserverbrauch in Heidelberg pro Kopf und Tag 113 l; das Maximum an einigen heissen Sommertagen liegt bei 130 l. Davon entfallen für privaten Hausbedarf, städtische Anwesen und industrielle Unternehmungen 72 l (64,3 %). Man kann annehmen, dass dieses Wasser alles, oder wenigstens annähernd alles, als Schmutzwasser in die Kanäle kommt. 20 l (17,6 %) entfallen auf laufende Brunnen und Kanalspülung. Dieses Wasser wird als nicht beschmutzt den Kanälen zugeführt. Es bleiben nun noch 21 l (18,1 %) übrig, die überhaupt nicht in die Kanäle gelangen. Sie werden für Bau- und Gartensprengzwecke abgegeben. Es ergibt sich also als mittlere Verbrauchsmenge, die für den Abfluss in Frage kommt, 92 l pro Kopf und Tag, als maximale 109 l.

Die sekundliche Abwassermenge würde dann bei Zugrundelegung einer Einwohnerzahl von 60000 sich auf zirka 70 l belaufen. Diese Zahl würde gelten, wenn Tag

und Nacht das Abwasser in gleicher Menge abfliessen würde. Nimmt man dagegen an, dass das Abwasser in 12 Stunden abfliesst, so erhöht sich die sekundliche Abwassermenge auf zirka 140 l.

Wie schon oben bemerkt, mündet das Abwasser unterhalb des Vangerowplatzes durch Vermittlung des Heidelberger Mühlkanals in den Neckar und zwar bei Hoch- u. Niederwasser immer in derselben Höhe. Die Mündung liegt beträchtlich höher als der Spiegel des Mühlkanals, sodass eine Rückstauung des Abwassers selbst bei Hochwasser nicht anzunehmen ist. Irgendwelche Sieb- oder Reinigungsvorrichtungen sind nicht vorhanden.

Die Mischung des Abwassers mit dem Wasser des Mühlkanals ist eine vollständige. Letzteres mischt sich aber mit dem Neckarwasser so gut wie gar nicht. Es zieht sich, wie spätere Versuche zeigen, in trägem Verlauf am südlichen Ufer des Neckars hin. Infolgedessen ist die Verunreinigung dieses Ufers eine weite Strecke mit dem blossen Auge deutlich zu sehen. An den Büschen des Ufers sieht man besonders im Sommer graue, stagnierende Massen mit grösseren und kleineren Küchenabfällen und Pseudoplankton der verschiedensten Art. Das Abwasser des nahen Schlachthofes macht sich auch sehr oft durch eine mehrere Meter breite Fettschicht bemerkbar.

Bei Wieblingen trennt sich der das Abwasser führende Teil wieder vom Fahrwasser des Neckars, indem es den Wieblinger Mühlkanal durchfliesst. Eine vollständige Mischung kommt dann erst bei der Einmündung des letzteren in den Neckar zustande, also zwischen Wieblingen und Edingen.

Die Neuenheimer Abwässer münden an der oben bezeichneten Stelle unmittelbar in den Neckar in der Höhe des Neckarspiegels, sodass bei höherem Wasserstande sich sowohl das Kanal- als auch das Neckarwasser in dem Kanal rückstaut. Die Mischung des Kanalwassers mit dem Wasser der Fahrrinne ist eine vollständige.

Durch die Freundlichkeit der Grossh. Rheinbauinspektion ist es mir auch möglich über den Grad der Verdünnung einige Angaben zu machen.

Es wird darnach die Wasserführung des Neckars geschätzt:

bei Niederwasser:	25 cbm pro Sek.
bei Mittelwasser:	200 cbm pro Sek.
bei Hochwasser:	4800 cbm pro Sek.

Unter Zugrundelegung dieser Zahlen und der oben berechneten Abwässermenge ergibt sich bei Niederwasser ein Verhältnis von Abwasser zu Flusswasser von 140 : 25000, was ungefähr einer Verdünnung von 1 : 175 entspricht.

Zu bemerken ist aber hierbei, dass hier die Verdünnung auf das Gesamtneckarwasser berechnet ist. In Wirklichkeit ist sie jedenfalls zunächst beträchtlich kleiner, da nur ein Bruchteil des Neckarwassers den Heidelberger Mühlkanal durchfliesst.

Bei der Fäkalienbeseitigung konkurrieren in Heidelberg im wesentlichen 2 Systeme. In der Altstadt sind meistens noch die alten Mittermaier'schen Tonnen im Gebrauch; in neueren Stadtteilen sind Spülaborte mit Einleitung der Fäkalien in Gruben eingeführt. Die Tonnen werden nach einer Zentralstelle, die zwischen hier und Wieblingen liegt, gefahren und dort entleert. Die Gruben werden auf pneumat. Wege entleert und die Fäkalien ebenfalls der Zentralsammelstelle zugeführt. An letzteren holen die Bauern der Umgebung nach Bedarf die Fäkalien, um sie als Dünger in der Landwirtschaft zu verwenden. Da jedoch zur regelmässigen Entleerung ein grösserer Wagenpark und mehr Personal nötig wäre, als zur Zeit dem Tiefbauamt zur Verfügung steht, so werden die Entleerungen nur in ganz grossen Zwischenräumen ausgeführt. Belästigungen werden dadurch vermieden, dass die Gruben mit Überläufen versehen sind, die bei Füllung der Grube ihren Inhalt den Abwasserkanälen zuführen.

Entnahmestellen.

Der Zweck der Untersuchungen soll der sein, ein Bild über die Grösse und Art der Verunreinigung abzugeben,

wie sie im Laufe eines Jahres herrschte, wie sie wohl bis heute im Neckar geherrscht hat und wie sie noch weiter bis zur Einführung der Schwemmkanalisation vorhanden sein wird. Die Wahl der Entnahmestellen musste den lokalen Verhältnissen angepasst werden, wie sie durch die Einleitung von Abwässern an bestimmten Orten bedingt werden. Die Entnahmen wurden in den ersten Versuchen zuerst da vorgenommen, wo der Neckar die Markung Heidelbergs betritt und wo er sie verlässt; also beim Hackteufel und bei Wieblingen, beidesmal in der Flussmitte und von der Fähre aus. Da die Versuche aber keine wesentlichen Unterschiede bei den verschiedenen Entnahmestellen in den Resultaten ergaben, so untersuchte ich das Wasser des südl. und nördl. Ufers bei Wieblingen getrennt. Es war zu erwarten, dass das Südufer mehr verunreinigt sein würde als das Nordufer. Die Resultate bestätigten in der Tat diese Ansicht.

Auf Grund einer lokalen Inspektion des Neckars durch Prof. Kossel und mich, und zugleich auch auf Grund der ersten Versuche, fügten wir den alten Entnahmestellen noch 3 neue hinzu. Einmal sollte durch die Entnahmen beim hyg. Institut untersucht werden, inwieweit sich das Wasser auf seinem Laufe durch die Stadt ändert, zweitens sollte durch die anderen Entnahmestellen, die wir an der Mündung des Wieblinger Kanals und bei der Brauerei in Edingen einfügten, ergründet werden, ob an diesen Stellen noch die Beschmutzung des Neckarwassers durch die Heidelberger Abwässer festzustellen wäre.

Die Neuenheimer Abwässer und ihren Einfluss auf den Neckar habe ich in einem besonderen Versuch untersucht (28. Sept. 13). Die Entnahmestellen sind in dem Protokoll verzeichnet. (Versuch VIII.)

Dadurch, dass das Tiefbauamt mir einmal in freundlicher Weise einen Kahn zur Verfügung stellte, konnte ich auch noch an anderen Stellen auf der Strecke Heidelberg-Edingen Entnahmen machen. Die Entnahmestellen sind im Protokoll angegeben.

Die angewandten Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die gesamte Verunreinigungen des Flusses durch das städtische Abwasser. Von einer besonderen Untersuchung auf Verunreinigungen, wie sie durch bestimmte industrielle Abwässer, wie Färbereien, Bierbrauereien, verursacht werden, wurde abgesehen.

Mit Ausnahme von Entnahmestelle IV geschah die Entnahme meist vom Kahn aus. An den betreffenden Stellen war überall eine Fähre vorhanden.

Die Entnahmen wurden meist in den Vormittagsstunden vorgenommen. Eine gewisse Klarheit des Flusswassers war für dieselben Vorbedingung. Für die chemische und bakteriologische Untersuchung wurde das Wasser in einer Tiefe von zirka 20 cm mit der Hand entnommen; für die bakteriologische Prüfung in sterilen Röhrchen, und in Eis verpackt nach dem Institut gebracht.

Die suspend. Bestandteile wurden durch Wägen im Gooch-Tiegel bestimmt. Es wurden zu diesem Zweck 300 ccm Wasser mittels Saugflasche durch den Tiegel gesaugt. Hierauf der Tiegel 2 Stunden bei 110° getrocknet und gewogen.

Das Filtrat wurde in der Platinschale eingedampft und ergab den Verdampfungsrückstand. Letzterer wurde 2 Stunden bei 110° getrocknet und dann gewogen.

Durch Glühen der Platinschale bekam man den Glühverlust und den Glührückstand.

Die Reaktion wurde mit Lackmuspapier bestimmt.

Auf salpetrige Säure wurde mit Jodzinkstärkelösung und verdünnter Schwefelsäure geprüft, auf Salpetersäure mit Diphenylamin und konzentrierter Schwefelsäure.

Chlor wurde nach Mohr bestimmt; die organ. Substanzen nach Kubel.

Zum Ammoniaknachweis wurde das Wasser zuerst mit Natronlauge und Soda entkalkt und dann mit Nessler's Reagenz geprüft.

Schwefelsäure wurde mit Chlorbarium nachgewiesen; die Härte nach Glark ermittelt.

Der Sauerstoff wurde nach Winkler bestimmt. Die Reagenzien wurden an Ort und Stelle zugesetzt.

Die Sauerstoffzehrung wurde nach Spitta bestimmt; das Wasser wurde bei Zimmertemperatur und unter Licht- und Luftabschluss aufbewahrt.

Das Sauerstoffdefizit wurde nach den Winklerschen Sättigungswerten festgestellt.

Die bakteriolog. Untersuchung wurde durch Aussat verdünnten Wassers auf Gelatine-Agarplatten ausgeführt.

Die Platten wurden bei 23^0 im Brütschrank 3 Tage lang aufbewahrt und dann die Keime, und zwar je 3 Platten, ausgezählt.

Der Thermophilen- und Colititer wurde nach Petruschky und Pusch bestimmt.

Von einer biologischen Untersuchung musste ich leider absehen, da mir die auf diesem Gebiete nötigen Fachkenntnisse, die zu einer richtigen Beurteilung notwendig sind, fehlten.

Chem. Untersuchung der Abwässer Heidelbergs.

Die folgenden Zahlen gründen sich auf die Untersuchungen, die Herr Dr. Laubenheimer im Dezember 1912, Januar und Februar 1913 im hiesigen Institut vorgenommen hat. Er hat dabei in 9 Versuchen im Januar 1913 24 stündliche Proben aus den Abwasserkanälen an der Kirchstrasse und Bluntschlistrasse untersucht. Das Wasser wurde dabei an trockenen Tagen 2 stündlich in gleichen Mengen entnommen und das Gemisch untersucht. In einer zweiten Untersuchungsreihe wurden Abwasserproben an denselben Entnahmestellen 2 stündlich entnommen und jede Probe getrennt untersucht. Die Mittelzahlen, die in all diesen Versuchen gefunden wurden, sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Zugleich sind in dieser Tabelle auch Vergleichszahlen über das Kanalwasser angegeben, wie Letzteres nach König in Städten, in denen die Aborte nicht an die Kanalisation angeschlossen sind, zusammengesetzt sein soll.

Abwässer.

	mg pro Liter					
	Gesamtrückstand	Suspend. Stoffe: organ.	Suspend. Stoffe: anorgan.	Ammoniak	Chlor	K Mn O_4 Verbrauch
24stündl. Durchschnittswerte i. Mittel nach König	1885	346	264	41	164	—
Mittelwerte Heidelberg						
I						
24stündl. Proben (aus 9 Versuchen berechnet)						
a) Kirchstraße . . .	767	74,7	117,3	20	88,3	170
b) Bluntschlistraße .	647	87,0	96	16	62,5	190
II						
2stündl. Untersuchungen						
a) Kirchstraße Mittel	716,4	50,5	18,2	19,6	107	188
$12^1/_2$ p. m. Maxim..	1837	60	54	40	320	230,7
$2^1/_2$ a. m. Minim.	487	10	4	10	52	100
b) Bluntschlistraße Mittel	687,0	111,0	42,0	20,2	78	248,4
$12^1/_2$ p. m. Maxim.	1037	336,6	86,4	33	96	439,2
$6^1/_2$ a. m. Minim.	442	24	64	11,7	48	109,8

Ein Vergleich der Mittelwerte, wie sie in den 9 Versuchen von Laubenheimer gefunden wurden, mit den König'schen Zahlen, zeigt, dass die Heidelberger Abwässer, trotzdem die Entnahme an regenfreien Tagen erfolgte, nicht konzentriert sind. Sie sind vielmehr, nach Gesamtrückstand, Chlor und Ammoniak zu urteilen, ungefähr zur Hälfte verdünnt.

Dass die Konzentration aber im Laufe des Tages sehr starken Schwankungen unterworfen sein kann, zeigen die Resultate 2stündiger Entnahmen. Die Mittelwerte bei diesen Versuchen sind von den oben erwähnten nicht verschieden. Die Konzentration erreicht aber zu manchen Stunden Werte, die den König'schen Zahlen ganz nahe sind oder sie noch ein wenig übertreffen. Die höchsten Werte fielen dabei, wie gewöhnlich, auf die Mittagsstunden; in der Bluntschlistrasse zeigte sich anffallenderweise auch eine 2. Steigerung um Mitternacht.

Die geringste Konzentration zeigte das Abwasser in den frühen Morgenstunden, wie es ja auch leicht verständlich ist

---

Abkürzungen in den Tabellen

der Versuche IX bis XVII.

I. Entnahmestelle beim Hackteufel.
II. Entnahmestelle beim hygienischen Institut.
III. Entnahmestelle beim Wieblinger südlichen Ufer.
IV. Entnahmestelle an der Mündung des Wieblinger Kanals in den Neckar.
V. Entnahmestelle bei Edingen (Brauerei).

I. Versuch.

Montag, den 4. August.

	Hackteufel 11½ a. m.	Wieblingen (Mitte) 9½ a. m.	Bemerkungen
Aussehen der Wasserläufe	Mittlerer Stand, graugrüne Farbe, klar, Grund sichtbar.	wie H.	Barometerstand 749 mm Lufttemperatur 23°
Aussehen des entnommenen Wassers	Leicht opalescent, Bodensatz körnig, bräunlich.	wie H.	Pegel: 140 cm
Temperat. } des	20°	19,5°	Bis vor 36 Stunden führte der Neckar schmutziges Wasser. In Heidelberg selbst ist das Wetter seit 10 Tagen anhaltend trocken. Die Entnahmen geschehen vom Kahn aus, in der Mitte des Flusses.
Reaktion } Wassers	alkal.	alkalisch	
Geruch }	—	—	
Suspend. Bestandteile	30,2	34,5	
Verdampf. Rückstand	400,5	449,0	
a) organisch	127,5	140,5	
b) anorganisch	273,0	308,5	
Schwefelwasserstoff	—	—	
Ammoniak	—	—	
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	
Salpetr. Säure	—	—	
Schwefelsäure	+	+	
Chlor	44	45	
Freier Sauerstoff	8,53	9,90	
Sauerstoffdefizit	0,38 (4,26)	+ 0,99 (9%)	
Sauerstoffzehrung	0,056	0,0196	
Härte	13,8	13,8	
Organ. Substanzen	14,76	15,51	
Keimzahl	3320	3760	
Thermophilentiter	1 : 1000	1 : 1000	
Colititer	1 : 1000	1 : 1000	

II. Versuch.

Montag, den 18. August 1913.

	Hackteufel 12 U. m.	Wieblingen (Mitte) 10 U. a. m.	Bemerkungen
Aussehen der Wasserläufe	Farbe graugrün, klar, am Ufer Grund sichtbar.	wie H.	Barometerstand 753,8 Lufttemperatur 16° V., 18° M.
Aussehen des entnommenen Wassers	Etwas opalescent, gering., feinkörn. Bodensatz.	wie H.	Pegel: 125 cm
Temperat. } des	15°	15°	Die Tage zuvor
Reaktion } Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	herrschte vorwiegend bewölktes, kühles
Geruch }	—	—	Wetter mit einzelnen kleinen
Suspend. Bestandteile	15,7	17,5	Niederschlägen. Letztere
Verdampf. Rückstand	545,2	547,7	haben auf das
a) organisch	391,7	378,0	Aussehen des
b) anorganisch	153,5	169,7	Neckars keinen
Schwefelwasserstoff	—	—	Einfluss. — In Wieblingen ist
Ammoniak	—	—	an der Südseite
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	d. Flusses eine ca. 10 m breite Fettschicht zu
Salpetr. Säure	—	—	sehen. Der Fettstreifen kommt
Schwefelsäure	+	+	vom Kanal.
Chlor	44	44	
Freier Sauerstoff	9,85	9,15	
Sauerstoffdefizit	0,22 (2,1%)	0,92 (9,1%)	
Sauerstoffzehrung	0,016	0,0133	
Härte	14,5	14,5	
Organ. Substanzen	10,11	10,43	
Keimzahl	4920	6930	
Thermophilentiter	1 : 1000	1 : 10000	
Colititer	1 : 1000	1 : 1000	

III. Versuch.

Dienstag, den 2. September 1913.

	Hackteufel 10 U. a. m.	Wieblingen (Mitte) $10^{3}/_{4}$ a. m.	Bemerkungen
Aussehen der Wasserläufe	Farbe grün, klar; am Ufer Grund sichtbar	Farbe graugrün, kein Grund sichtbar.	Barometerstand 752,5 mm Lufttemperatur 18,2°
Aussehen des entnommenen Wassers	Fast klar, minim. körnig. Bodensatz	wie H. Bodensatz flockiger	Pegel: 125 cm
Temperat. } des	20°	20°	Seit 14 Tagen anhaltend trockenes, sommerliches Wetter. Im Neckar wachsen sehr viele Algen, besonders an den seichteren Stellen. In Wieblingen ist am südlichen Ufer ein ca. 5 mtr breiter Fettstreifen zu sehen.
Reaktion } Wassers	alkal.	alkal.	
Geruch }	—	—	
Suspend. Bestandteile	9,5	19,5	
Verdampf. Rückstand	609,2	612,5	
a) organisch	178,7	212,5	
b) anorganisch	430,5	400,0	
Schwefelwasserstoff	—	—	
Ammoniak	—	—	
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	
Salpetr. Säure	—	—	
Schwefelsäure	+	+	
Chlor	73	72	
Freier Sauerstoff	9,90	9,63	
Sauerstoffdefizit	+0,75 (18,1%)	+ 0,48 (5,25%)	
Sauerstoffzehrung	0,049	0,061	
Härte	14,54	14,5	
Organ. Substanzen	12,26	13,56	
Keimzahl	3800	4100	
Thermophilentiter	1 : 1000	1 : 100	
Colititer	1 : 100	1 : 100	

IV. Versuch.

Mittwoch, den 11. September 1913.

	Wieblingen a) 9¾ U. a. m.	Wieblingen b) 9¾ U. a. m.	Bemerkungen.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe grün, klar, Grund sichtbar.	Farbe graugrün, schmutzig, kein Grundsichtb.	Barometerstand 757 mm Lufttemperatur 15°
Aussehen des entnommenen Wassers	Klar, am Boden spärl., bräunlich körn. Niederschl.	Opalescent; Bodensatz stark schw.-braun, flockig	Pegel: 130 cm
Temperat. des Wassers	15°	15°	Der Neckar führte bis gestern schmutziges Wasser, von den starken Gewitterregen der letzten Wochen herrührend. Die Entnahmestelle a) ist bei Wieblingen am nördlichen, b) am südl. Neckarufer. Die Entnahmen sind vom Kahn aus gemacht. An der Südseite ist ein Fettstreifen sichtbar.
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	
Geruch des Wassers	—	—	
Suspend. Bestandteile	10,6	24,9	
Verdampf. Rückstand	499,5	517,8	
a) organisch	88,9	155,5	
b) anorganisch	410,6	302,3	
Schwefelwasserstoff	—	—	
Ammoniak	—	Spuren	
Salpetersäure	Ger. Spuren	Spuren	
Salpetr. Säure	—	—	
Schwefelsäure	+	+	
Chlor	51	51	
Freier Sauerstoff	8,71	7,42	
Sauerstoffdefizit	1,36 (13,5%)	2,65 (26,3%)	
Sauerstoffzehrung	0,089	0,063	
Härte	14,5	14,5	
Organ. Subst.	18,38	19,9	
Keimzahl	2200	20800	
Thermophilentiter	1 : 100	1 : 10000	
Colititer	1 : 100	1 : 10000	

V. Versuch.

Sonntag, den 28. September 1913.

	Hackteufel 12¼ M.	Fahrrinne 10 U. a. m.	II b 10 U. a. m.	II c 10 U. a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe graugrün; Grund am Ufer deutlich sichtbar.	wie H.	Tiefe nur 30 cm; Wasser klar.	wie letztes
Aussehen des entnommenen Wassers	Fast klar, min. körniger Bodensatz.	wie H.	opalescent, starker, körn., flock. Bodensatz	wie letztes
Temperat. des Wassers	12°	12°	12°	12°
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	Ger. Abwasserger.	—
Suspend. Bestandteile	36,3	32,9	49,6	40,3
Verdampf. Rückstand	470,5	488,5	476,8	456,2
a) organisch	103,6	112,2	117,2	111,8
b) anorganisch	366,9	376,2	359,6	344,3
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—
Ammoniak	—	—	Spuren	Ger. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	Spuren	—
Schwefelsäure	+	+	+	+
Chlor	49	50	50	47
Freier Sauerstoff	10,32	verunglückt	8,61	8,98
Sauerstoffdefizit	0,43 (4%)	—	2,14 (19,9%)	1,77 (16,4%)
Sauerstoffzehrung	0,0404	—	0,173	0,152
Härte	15	—	15	—
Organ. Substanzen	13,55	13,55	45,48	15,49
Keimzahl	920	1000	212400	49000
Thermophilentiter	1 : 100	1 : 100	1 : 100000	1 : 1000
Colititer	1 : 10	1 : 10	1 : 10000	1 : 100

V. Versuch (Fortsetzung).

	II d 10 U. a. m.	Wieblingen s. U. 11 U. 15 a. m.	Bemerkungen
Aussehen der Wasserläufe	wie letztes	wie Hackteufel	Barometerstand: 755 mm
Aussehen des entnommenen Wassers	wie Hackteufel Bodensatz jedoch flockiger	wie letztes	Lufttemperatur: 11½° (10 U. a. m.)
			Pegel: 135 cm
Temperat. des Wassers	12°	12°	Seit 4 Tagen anhaltend schönes Wetter. Klares Wasser führt der Neckar aber erst seit gestern Abend. Zur Zeit der Entnahme ist es windig, der Himmel ist bedeckt.
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	
Geruch des Wassers	—	—	
Suspend. Bestandteile	39,6	36,6	
Verdampf. Rückstand	457,5	482,5	
a) organisch	116,2	129,5	Die Entnahmestelle II ist in der Fahrrinne dem hygienischen Institut gegenüber.
b) anorganisch	341,3	352,8	
Schwefelwasserstoff	—	—	II b liegt 5 m unterhalb der Einmündung des Neuenheimer Abwassers.
Ammoniak	Ger. Spuren	—	
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	II c liegt 100 m unterhalb II b,
Salpetr. Säure	—	—	II d liegt 100 m unterhalb II c.
Schwefelsäure	+	+	An diesen drei Stellen II b, II c und II d mußten die Entnahmen vom Ufer gemacht werden.
Chlor	46	50	
Freier Sauerstoff	9,14	9,90	In Wieblingen zeigt der Neckar am südlichen Ufer einen 5 m breiten Fettstreifen. Die Keimzahl ist hier in der Mitte des Flusses 1340, der Colititer 1:100
Sauerstoffdefizit	1,61 (15%)	0,85 (7,9%)	
Sauerstoffzehrung	0,0646	0,0526	
Härte	—	15	
Organ. Substanzen	13,55	14,82	
Keimzahl	5300	18200	
Thermophilentiter	1:100	1:10000	
Colititer	1:100	1:100	

VI. Versuch.

Freitag, den 3. Oktober 1913.

	Fahrrinne 9½ a. m.	Wieblingen s. Ufer 12½	Auslauf d. Mühlkanals 12 U.	Edingen (Mitte) 11½ a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe grün; klar, Grund am Ufer sichtbar.	wie letztes	wie letztes	wie letztes
Aussehen des entnommenen Wassers	Beinahe klar, minim. feinkörn. Bodens.	Bodensatz hat mehr flockigen Charakter	wie vorletzes	wie letztes
Temperat. d. Wassers Reaktion	15° schw. alkal.	15° schw. alkal.	15° schw. alkal.	15° schw. alkal.
Suspend. Bestandteile	13,3	14,9	21,9	12,6
Verdampf. Rückstand	534,1	529,8	528,5	536,5
a) organisch	105,9	109,9	79,6	161,5
b) anorganisch	427,2	419,9	448,9	374,9
Ammoniak	—	deutl. Spuren	Spuren	min. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Schwefelsäure	+	+	+	+
Chlor	64	64	65	64
Freier Sauerstoff	13,16	9,75	7,17	9,08
Sauerstoffdefizit	+3,09 (29,7%)	0,32 (3,17%)	2,9 (28,8%)	0,99 (10%)
Sauerstoffzehrung	0,097	0,086	0,093	0,06
Härte	16,24	—	—	16,24
Organ. Substanzen	13,58	12,26	13,58	10,65
Keimzahl	1750	18300	18600	2200
Thermophilentiter	1 : 10	1 : 1000	1 : 10000	1 : 10000
Colititer	1 : 10	1 : 100	1 : 100	1 : 10

Temperatur der Luft: 16° (9½ a. m.); 17° (11 U. a. m.). Luftdruck: 753,5. Pegel: 127 cm. Das Wetter hat sich seit dem letzten Versuch wenig geändert. Gestern Abend Gewitterregen. Die Entnahmestelle III ist am Auslauf des Wieblinger Mühlkanals in den Neckar zwischen Wieblingen und Edingen.

VII. Versuch.

Mittwoch, den 8. Oktober 1913.

	Fahrrinne 12 U.	I a 11½ a. m.	Wieblingen (Südufer) 11 U.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe grün, am Ufer Grund sichtbar.	Graugrün; Oberfläche fettig, schmutzig, kein Grund sichtbar.	Graugrün, kein Grund sichtbar.
Aussehen des entnommenen Wassers	klar; ganz min. Bodensatz	opalesc., starker körnig-flockiger Bodensatz.	l. opalescent, Bodensatz etwas geringer.
Temperat. } des	15°	15°	15°
Reaktion } Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch }	—	—	—
Suspend. Bestandteile	17,6	22,6	18,9
Verdampft. Rückstand	541,8	546,4	554,4
a) organisch	103,6	94,9	140,8
b) anorganisch	438,2	451,5	413,6
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	—	—	Ger. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	59	60	60
Freier Sauerstoff	10,59	6,73	7,36
Sauerstoffdefizit	+0,52 (5%)	3,34 (33%)	2,71 (26,9%)
Sauerstoffzehrung	0,043	verunglückt	0,009
Härte	16,24	—	16,24
Organ. Substanzen	13,53	18,38	16,87
Keimzahl	900	70100	11300
Thermophilentiter	1 : 100	1 : 10000	1 : 100
Colititer	1 : 10	1 : 10000	1 : 100

VII. Versuch (Fortsetzung).

Mündung des Wieblinger Kanals 11 U. a. m.	Edingen $10^1/_2$ a. m.	Bemerkungen
wie F.	wie F.	Temperatur der Luft: 17° Barometerstand: 742,5 mm
Bodensatz mäßig, jedoch flockig.	wie letztes	Pegel: 124 cm
15° schw. alkal.	15° schw. alkal.	Bis heute früh anhaltend trockenes Wetter. Während der Entnahme ein kurz anhaltender Regen. Das Wetter ist stürmisch. Die Entnahmestelle Ia ist an der Mündung des Heidelberger Mühlkanals kurz unterhalb der Eisenbahnbrücke. Der Kanal zeigt hier eine Fettschicht und viel suspendierte Teilchen. In Wieblingen ist lediglich noch eine Fettschicht zu erkennen.
—	—	
14,6	13,2	
544,8	559,7	
181,5	116,5	
363,3	443,2	
—	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
+	+	
60	61	
7,1	8,34	
2,97 (29,5%)	1,73 (17,1%)	
0,0045	0,0047	
—	16	
15,17	15,48	
11700	1610	
1 : 1000	1 : 10000	
1 : 1000	1 : 1000	

VIII. Versuch.

Montag, den 13. Oktober 1913.

	I 8½ a. m.	II 10 U. a. m.	III 10 U. a. m.	IV 10 U. a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Stand niedrig, Farbe graugrün, am Ufer Grund deutl. sichtbar.	wie I	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	fast klar; ger. gelbbrauner körn. Bodensatz	wie I	wie I	wie I
Temperat. } des	11½°	11,5°	11,5°	
Reaktion } Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.	
Geruch }	—	—	—	
Suspend. Bestandteile	14,5	14,9	15,6	15,7
Verdampf. Rückstand	525,1	549,4	534,7	567,7
a) organisch	111,5	139,2	120,5	86,6
b) anorganisch	413,6	410,2	423,2	481,1
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—
Ammoniak	—	—	—	min. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+	+
Chlor	57	57	57	57
Freier Sauerstoff	verunglückt	9,64	9,64	9,65
Sauerstoffdefizit	—	1,73 (15,2%)	1,73 (15,2%)	1,72 (15,2%)
Sauerstoffzehrung	8,95 (n. 49 St.)	0,022	0,012	0,0075
Härte	16,2	16,2	16,2	16,2
Organ. Substanzen	13,49	13,49	14,2	15,8
Keimzahl	3000	1950	2000	4800
Thermophilentiter	1 : 1000 (Kokken)	1 : 100	1 : 10000 (Kokken)	1 : 10000
Colititer	1 : 100	1 : 100	1 : 10	1 : 1000

VIII. Versuch (Fortsetzung).

V $10^1/_4$ a. m.	VI $10^1/_4$ a. m.	VII 10U. 20 a. m.	VIII $10^1/_2$ a. m.	IX $10^1/_2$ a. m.
wie I	wie I	Farbe graugrün, viel susp. Partikel, Oberfläche fettig.	wie VII	wie I
Bodensatz vermehrt u. flockig	wie V	leicht opalescent, starker, flockiger Bodensatz	wie VII	fast klar, min. Bodensatz
11,5° schw. alkal.	11,5° schw. alkal.	11,5° schw. alkal.	11,5° schw. alkal.	11,5° schw. alkal.
—	—	—	—	—
18,3	14,6	19,7	27,3	12,3
535,5	530,1	565,2	550,8	510,8
145,5	146,5	135,8	140,8	164,0
390,0	383,6	429,4	410,0	346,8
—	—	—	—	—
min. Spuren	min. Spuren	deutl. Spuren	Spuren	—
Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
—	—	—	—	—
+	+	+	+	+
57	57	57	56	57
9,92	9,90	9,62	9,14	9,87
1,45 (12,5%)	1,47 (12,6%)	1,75 (15,4%)	2,23 (18,8%)	1,5 (13,1%)
0,015	0,921	0,022	0,029	0,008
16,2	—	—	16,2	—
15,8	14,2	15,89	20,95	15,83
5000	12200	16700	10700	1500
1 : 10000	1 : 1000	1 : 100000	1 : 10000	1 : 100
1 : 1000	1 : 1000	1 : 1000	1 : 10000	1 : 100

VIII. Versuch (Fortsetzung).

	X	XI	XII 11 U. a. m.	XIII
Aussehen der Wasserläufe	wie IX	wie IX	Kanal reißend, viel susp. Partikel sichtbar.	wie IX
Aussehen des entnommenen Wassers	fast klar, min. körnig. Bodensatz	wie IX	leicht opalesc., starker flockig. Bodensatz.	fast klar, gering. körn. Bodensatz.
Temperat. des Wassers	11,5°	11,5°	11,5°	11,5°
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	—	—
Suspend. Bestandteile	12,3	11	12,3	13,65
Verdampf. Rückstand	519,1	551,1	526,2	543,4
a) organisch	137,2	112,8	121,2	134,8
b) anorganisch	381,9	438,3	405,0	408,6
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—
Ammoniak	—	—	Spuren	Ger. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+	+
Chlor	57	57	57	57
Freier Sauerstoff	9,04	9,95	10,31	9,91
Sauerstoffdefizit	2,33 (20,5%)	1,42 (12,4%)	1,26 (11%)	1,46 (12,8%)
Sauerstoffzehrung	—	0,017	0,0102	Ger. Zunahme
Härte	16,2	—	—	16,2
Organ. Substanzen	15,89	15,89	13,49	15,14
Keimzahl	2640	1370	66000	10550
Thermophilentiter	1 : 1000	1 : 1000	1 : 10000	1 : 100
Colititer	1 : 1000	1 : 100	1 : 10000	1 : 100

VIII. Versuch (Fortsetzung).

XIV $11^1/_4$ a. m.	Bemerkungen
wie XIII	Temperatur der Luft: 11° (10 U. a. m.); 12° (11 U. a. m.)
wie XIII	Barometerstand: 762 mm
	Pegel: 116 cm
11,5° schw. alkal.	Die Entnahmen sind alle vom Kahn aus gemacht.
—	Entnahmestellen:
8,9	I beim Hackteufel
538,4	II Fahrrinne am hyg. Institut
111,2	III 20 m unterhalb der Einmündung der Neuenheimer Abwässer
427,2	IV 100 m unterhalb der III
—	V 500 m unterhalb der IV
Ger. Spuren	VI am Ausgang der Fahrrinne in Höhe der Mündung des Mühlkanals
Ger. Spuren	VII Mitte des Mühlkanals in gleicher Höhe v. VI
—	VIII Wieblingen südl. Ufer
—	IX Wieblingen Mitte
57	X Fahrrinne bei der Wieblinger Fabrik
9,61	XI 3 m abwärts von X
1,76 (15,4‰)	XII Mündung des Wieblinger Mühlkanals
0,0031	XIII 500 m abwärts von XII
16,2	XIV Edingen an der Fähre.
15,14	Zur Zeit der Entnahme herrscht heftiger Nordwind und Nebel. Gestern länger andauernder Regen. Der Neckar führt klares Wasser.
5470	
1:1000	
1:100	

IX. Versuch.

Samstag, den 8. November 1913.

	I $3^1/_2$ U. p. m.	II $2^1/_2$ U. p. m.	III $12^1/_2$ p. m.
Aussehen der Wasserläufe	Grüne Farbe, klar, am Ufer Grund sichtbar	wie I	wie I Oberfl. fettig
Aussehen des entnommenen Wassers	klar, ganz minimaler Bodensatz	wie I	wie I
Temperat. des Wassers	9°	9°	9°
Reaktion des Wassers	alkalisch	alkalisch	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	—
Suspend. Bestandteile	5,6	5,6	6,0
Verdampf. Rückstand	558,4	532,5	616
a) organisch	79,2	97,6	125,8
b) anorganisch	479,2	434,9	490,2
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	minim. Spuren	—	Ger. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	73	65	66
Freier Sauerstoff	9,58	11,21	9,68
Sauerstoffdefizit	1,95 (16,9%)	0,32 (2,77%)	1,85 (16,04%)
Sauerstoffzehrung	0,001	0,0349	0,0636
Härte	15,8	—	15,8
Organ. Substanzen	13,87	8,27	12,86
Keimzahl	2600	3440	7100
Thermophilentiter	1:1000	1:10000	1:10000
Colititer	1:100	1:10000	1:100

IX. Versuch (Fortsetzung).

IV $10^1/_2$ a. m.	V $9^1/_2$ a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Lufttemperatur: 7° (a. m.); 8° (p. m.)
wie III	wie I	Barometerstand: 750 mm Pegel: 116 cm
9° schw. alkal.	9° schw. alkal.	Bei der Entnahme herrscht sehr starker Nebel. Die kleinen Regenmengen tags zuvor haben auf das Aussehen des Neckars keinen Einfluß.
—	—	
10,0	5,0	Beim Hackteufel sieht man schaumige Massen schwimmen; die Inspektion ergiebt, daß sie aus der kurz oberhalb gelegenen Gerberei kommen.
573,7	571,4	
131,2	121,5	Bei Wieblingen ist ein 5 m breiter Fettstreifen sichtbar.
442,5	449,9	
—	—	
Ger. Spuren	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
+	+	
65	65	
9,31	10,83	
2,22 (19,2%)	0,7 (6%)	
0,009	0,0264	
—	15,8	
15,14	12,86	
13200	2300	
1:1000	1:1000	
1:1000	1:100	

X. Versuch.

Samstag, den 6. Dezember 1913.

	I 2 U. a. m.	II 11 U. a. m.	III 9½ a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Stand hoch, Farbe graugrün, kein Grundsichtbar	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	schwach opalescent. Geringer feinkörnig. Bodensatz	wie I	wie I Bodensatz flockig
Temperat. des Wassers	5,5 °	5,5 °	5,5 °
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	—
Suspend. Bestandteile	17,3	23,3	20,3
Verdampf. Rückstand	407,9	408,2	411,9
a) organisch	117,2	116,5	103,6
b) anorganisch	299,7	291,7	308,3
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	—	—	—
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	30	30	30
Freier Sauerstoff	11,97	11,21	10,63
Sauerstoffdefizit	0,94 (7,5%)	1,7 (13,2%)	2,28 (17,6%)
Sauerstoffzehrung	0,039	0,056	0,041
Härte	11,5	—	11,5
Organ. Substanzen	11,25	16,56	13,15
Keimzahl	12700	16450	11100
Thermophilentiter	1:10000	1:1000	1:100
Colititer	1:100	1:1000	1:100

X. Versuch (Fortsetzung).

V 9 U. a. m.	Bemerkungen
wie I	Temperatur der Luft: 4½° (a. m.); 5½° (p. m.) Barometerstand: 147 mm
wie I	Pegel: 174 cm
5,5° schw. alkal. —	Zur Zeit der Entnahme herrscht kühles nebliges Wetter: zeitweilig fällt ganz leichter Regen.
17,3	Beim Hackteufel an der Fahrrinne müssen die Entnahmen vom Ufer gemacht werden, da der Fährbetrieb infolge des Hochwassers eingestellt ist.
405,9	
97,6	Bei Wieblingen ist objektiv keine Verschmutzung nachweisbar.
308,3	Wie ich nachträglich erfahren habe, sind heute Vormittag die Hauptsammler gespült worden. Hierauf ist auch die verhältnismäßig hohe Keimzahl zurückzuführen.
—	
—	
Ger. Spuren	
—	
+	
30	
10,72	
2,19 (17 %)	
0,017	
11,5	
11,25	
51000	
1:1000	
1:1000	

XI. Versuch.

Samstag, den 17. Januar 1914.

	I 3½ p. m.	II 11½ a. m.	III s. U. 10 U. a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Hoher Stand, Farbe grün, am Ufer Grund sichtbar.	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	fast klar, gering. körniger Bodensatz	wie I	wie I Bodensatz jedoch flockig.
Temperat. · Reaktion · Geruch } des Wassers	0° alkalisch. —	0° alkalisch. —	0° alkalisch. —
Suspend. Bestandteile	25,9	21,9	35,6
Verdampf. Rückstand	351,6	363,3	366,3
a) organisch	112,1	109,1	104,9
b) anorganisch	239,5	254,2	261,4
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	—	—	—
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	23	22	23
Freier Sauerstoff	13,55	15,0	14,77
Sauerstoffdefizit	1,02 (7%)	+ 0,43 (3%)	+ 0,2 (1,3%)
Sauerstoffzehrung	0,0517	0,048	0,051
Härte	11,2	—	11,2
Organ. Substanzen	18,15	18,4	18,7
Keimzahl	9200	8600	10100
Thermophilentiter	1:1000	1:100	1:1000
Colititer	1:10	1:10	1:100

XI. Versuch (Fortsetzung).

IV $9^{3}/_{4}$ a. m.	V $9^{1}/_{2}$ a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: — 4° (a. m.) — 2° (p. m.)
wie I	wie I	Barometerstand: 745 mm
		Pegel: 209 cm
0° schw. alk.	0° schw. alk.	Der Neckar ist am Ufer teilweise zugefroren, und führt kleine Schollen Eis.
—	—	
26,6	26,6	Nur in Edingen kann die Entnahme vom Kahn aus gemacht werden, da an den anderen Stellen der Fährbetrieb eingestellt ist.
341,2	340,0	
111,8	106,0	
229,4	224,0	
—	—	
—	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
+	+	
22	22	
14,57	15,32	
0	— 0,75 (5%)	
0,051	0,049	
—	11,2	
18,7	18,46	
11660	8800	
1:100	1:100	
1:100	1:10	

XII. Versuch.

Samstag, den 7. Februar 1914.

	I $2^3/_4$ p. m.	II $11^1/_2$ a. m.	III s. U. $10^1/_4$ a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Normaler Stand, grüne Farbe, am Ufer Grund sichtbar	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	klar, ganz minim. körniger Bodensatz	wie I	wie I Bodensatz etwas stärker.
Temperat. } des Reaktion } Wassers Geruch }	1° schw. alkal. —	0° schw. alkal. —	0° schw. alkal. —
Suspend. Bestandteile	3,3	6,6	19,3
Verdampf. Rückstand	463,3	466,2	473,7
a) organisch	103,4	103,8	105,4
b) anorganisch	359,9	362,4	368,3
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	minim. Spuren	minim. Spuren	Spuren
Salpetersäure	Spuren	Spuren	Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	43	44	44
Freier Sauerstoff	14,19	13,62	13,67
Sauerstoffdefizit	— 0,02 (0,13%)	0,95 (6,5%)	0,9 (6,16%)
Sauerstoffzehrung	0,0646	0,0566	0,0838
Härte	13	—	13
Organ. Substanzen	17,95	17,03	15,5
Keimzahl	3450	4900	21700
Thermophilentiter	1:100	1:100	1:1000
Colititer	1:100	1:100	1:1000

XII. Versuch (Fortsetzung).

IV 9 3/4 a. m.	V 9 1/4 a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: + 1° (a. m.) + 9° (p. m.)
wie I	wie I	Barometerstand: 755 mm
		Pegel: 147 cm
0° schw. alkal. —	schw. alkal. —	Die Tage vorher starker Frost Gestern und heute lagert über dem Neckar ein fast undurchdringlicher Nebel.
13,3	18,9	
477,1	464,3	
106,5	107,4	
370,6	356,9	
—	—	
Spuren	minim. Spuren	
Spuren	Spuren	
—	—	
—	—	
44	44	
13,57	13,47	
1,0 (6,8%)	1,1 (7%)	
verunglückt b. Transport —	verunglückt 13	
13,0	15,5	
7250	3200	
1:100	1:100	
1:100	1:100	

XIII. Versuch.

Samstag, den 28. März 1914

	I $11^1/_2$ a. m.	II $11^3/_4$ a. m.	III 9 U. a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Hoher Stand, Farbe grau, kein Grund sichtbar	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	opalescent, grau; starker bräunl. körniger Bodensatz	wie I	wie I
Temperat. des Wassers	7°	7°	7°
Reaktion des Wassers	alkalisch	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	—
Suspend. Bestandteile	80,2	92,2	76,5
Verdampf. Rückstand	282,1	294,7	298,6
a) organisch	91,5	76,2	75,9
b) anorganisch	190,6	218,4	222,7
Schwefelsäure	+	+	+
Ammoniak	—	—	—
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Chlor	16	17	17
Freier Sauerstoff	11,66	11,47	11,84
Sauerstoffdefizit	0,45 (3,7%)	0,64 (5,3%)	0,27 (2,2%)
Sauerstoffzehrung	0,030	0,006	0,062
Härte	9,5	—	9,5
Organ. Substanzen	22,75	25,28	25,91
Keimzahl	15800	11000	17600
Thermophilentiter	1:100	1:100	1:10000
Colititer	1:100	1:100	1:10000

XIII. Versuch (Fortsetzung).

IV 8¾ a. m.	V 8½ a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: 4°
wie I	wie I	Barometerstand: 753 mm
		Pegel: 282 cm
7° schw. alk.	7° schw. alk.	Infolge des beinahe einen Monat anhaltenden Regenwetters führt der Neckar schon seit einigen Wochen Hochwasser. Ganz klares Wasser, wie es zu den übrigen Versuchen entnommen wurde, hat der Neckar bis heute in diesem Monat noch nicht geführt.
—	—	
83,2	91,2	
284,3	321,6	
76,5	104,8	
207,8	216,8	
—	—	
—	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
—	—	
16	16	
11,76	11,76	
0,35 (2,8%)	0,35 (2,8%)	
0,032	0,04	
—	9,5	
2275	2465	
29300	21600	
1:1000	1:1000	
1:100	1:100	

XIV. Versuch.

Samstag, den 18. April 1914.

	I 11 a. m.	II 8 a. m.	III 7¼ a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Normaler Stand. Farbe grün, Grund sichtbar.	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	Fast klar, minimal. gelbkörniger Bodensatz.	wie I	wie I Bodensatz mehr flockig.
Temperat. } des Reaktion } Wassers	10 ° schw. alkal.	10 ° schw. alkal.	10 ° schw. alkal.
Geruch }	—	—	—
Suspend. Bestandteile	28,97	33,0	29,3
Verdampf. Rückstand	379,2	385,3	411,2
a) organisch	252,7	228,5	294,3
b) anorganisch	126,5	156,7	116,8
Schwefelsäure	+	+	+
Ammoniak	—	—	—
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Chlor	31	31	31
Freier Sauerstoff	11,43	11,21	11,11
Sauerstoffdefizit	+0,18 +(1,6%)	0,04 (0,3%)	0,14 (1,2%)
Sauerstoffzehrung	0,0285	0,0337	0,042
Härte	13	—	13
Organ. Substanzen	17,38	12,46	17,1
Keimzahl	6100	6300	11500
Thermophilentiter	1:1000	1:1000	1:1000
Colititer	1:100	1:100	1:100

XIV. Versuch (Fortsetzung).

Ausl. des Mühlkanals 7 a. m.	V 6¾ a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: 7° a. m.; 12° p. m.
wie I	wie I	Barometerstand: 760 mm.
		Pegel: 182 cm.
10° schw. alk.	10° schw. alk.	Durch die anhaltende trockene, sommerliche Witterung in diesem Monat ist der Pegel wieder auf normalen Stand zurückgegangen. Das Wasser ist an allen Entnahmestellen klar; eine Beschmutzung durch Abwässer ist nirgends zu konstatieren.
—	—	
27,6	27,3	
384,2	377,5	
230,1	228,8	
154,1	148,7	
+	+	
—	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
—	—	
31	31	
11,51	11,01	
— 0,26 (2,41%)	0,24 (2,1%)	
0,0161	0,0299	
—	13	
14,2	14,2	
13400	3750	
1:1000	1:1000	
1:10	1:100	

XV. Versuch.

Samstag, den 16. Mai 1914.

	I 6¾ a. m.	II 7¼ a. m.	III 10 Uhr a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe graugrünl. am Ufer Grund sichtbar	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	Fast klar, geringer körniger Bodensatz	wie I	wie I
Temperat. } des Reaktion } Wassers Geruch }	11 ° schw. alkal. —	11 ° schw. alkal. —	11 ° schw. alkal. —
Suspend. Bestandteile	17,6	17,6	18,3
Verdampf. Rückstand	429,2	444,8	476,1
a) organisch	116,5	134,8	138,1
b) anorganisch	312,7	310,0	337,9
Schwefelsäure	+	+	+
Ammoniak	—	—	Spuren
Salpetersäure	Spuren	Spuren	Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Chlor	35	35	35
Freier Sauerstoff	9,8	10,48	10,5
Sauerstoffdefizit	1,2 (10,7%)	0,52 (4,3%)	0,5 (4,2%)
Sauerstoffzehrung	—	0,013	0,041
Härte	16,8	—	16,8
Organ. Substanzen	11,34	13,99	13,99
Keimzahl	15000	4820	20246
Thermophilentiter	1:1000	1:100	1:1000
Colititer	1:100	1:10	1:1000

XV. Versuch (Fortsetzung).

IV	V 9 a. m.	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: 10° 7 a. m.
wie I	wie I	Barometerstand: 758 mm Pegel: 160 cm
11 ° schw. alkal.	11 ° schw. alk.	In den letzten Tagen gingen vereinzelte Gewitterregen nieder. Beim Hackteufel muss von einem Felsen am Ufer aus entnommen werden, da noch keine Fähre in Betrieb ist. Der hohe Keimgehalt an dieser Stelle ist sicher auf diesen Umstand zurückzuführen.
—	—	
14,9	13,3	
415,9	429,9	
109,8	126,5	
306,1	303,4	
+	+	
—	—	
Spuren	Spuren	
—	—	
—	—	
35	35	
10,7	10,51	
0,3 (2,7%)	0,49 (4,2%)	
0,0237	0,02	
—	16,8	
12,86	13,49	
3600	3600	
1:1000	1:10000	
1:1000	1:10000	

XVI. Versuch.

Donnerstag, den 4. Juni 1914.

	I $2^1/_2$ p. m.	II $10^1/_2$ a. m.	III 10 a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Stand hoch, Farbe graugrün.	wie I	wie I
Aussehen des entnommenen Wassers	leicht opalescent. Bodensatz gelbkörn.	wie I	wie I
Temperat. } des Reaktion } Wassers Geruch }	17 ° schw. alkal. —	17 ° schw. alkal. —	17 ° schw. alkal. —
Suspend. Bestandteile	22,4	24,5	24,3
Verdampf. Rückstand	367,2	370,9	368,3
a) organisch	123,5	124,8	128,2
b) anorganisch	243,7	246,1	240,1
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	—	—	minim. Spuren
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	—
Chlor	24	24	24
Freier Sauerstoff	18,95	11,71	10,11
Sauerstoffdefizit	+ 0,7 (7,2%)	— 2,06 (21,3%)	— 0,46 (4,7%)
Sauerstoffzehrung	0,0223	0,0363	0,0754
Härte	$9^1/_2$	—	$9^1/_2$
Organ. Substanzen	14,85	14,85	17,38
Keimzahl	4750	4820	9600
Thermophilentiter	1:100	1:100	1:1000
Colititer	1:10	1:100	1:100

XVI. Versuch (Fortsetzung).

IV	V	Bemerkungen
wie I	wie I	Temperatur der Luft: 20°
wie I	wie I	Barometerstand: 754 mm
		Pegel: 189 cm
17 ° schw. alk.	17 ° schw. alk.	Nach starken Regengüssen herrscht seit acht Tagen wieder vorwiegend trockenes Wetter.
—	—	Seit gestern erst führt der Neckar wieder klares Wasser. Der Pegel ist in den letzten Tagen stark gesunken.
24,7	26,6	
370,9	364,9	
126,5	136,5	
244,4	228,4	
—	—	
?	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
+	+	
24	24	
9,69	12,87	
+ 0,04 (0,5%)	+ 0,22 (33%)	
0,0154	0,0918	
—	9,5	
15,17	15,17	
10300	2900	
1 : 10000	1:100	
1 : 100	1:10	

XVII. Versuch.

Montag, den 13. Juli 1914.

	I 8 a. m.	II $7^1/_2$ a. m.	III $6^1/_2$ a. m.
Aussehen der Wasserläufe	Farbe graugrün, wenig durchsichtig.	wie I	wie I jedoch fettige Oberfläche
Aussehen des entnommenen Wassers	schwach opalescent körniger Bodensatz.	wie I	wie I Bodensatz jedoch mehr flockig
Temperat. des Wassers	21 °	21 °	21 °
Reaktion des Wassers	schw. alkal.	schw. alkal.	schw. alkal.
Geruch des Wassers	—	—	—
Suspend. Bestandteile	28,7	30	40
Verdampf. Rückstand	360,3	372,6	353,3
a) organisch	99,0	103,2	93,9
b) anorganisch	261,3	269,4	259,4
Schwefelwasserstoff	—	—	—
Ammoniak	—	—	+
Salpetersäure	Ger. Spuren	Ger. Spuren	Ger. Spuren
Salpetr. Säure	—	—	—
Schwefelsäure	+	+	+
Chlor	32	32	32
Freier Sauerstoff	8,31	8,33	8,16
Sauerstoffdefizit	0,6 (6,5%)	0,58 (6,5%)	0,75 (8,1%)
Sauerstoffzehrung	0,0142	0,0139	0,0386
Organ. Substanzen	14,54	14,7	16,6
Härte	12,5	—	12,5
Keimzahl	3250	3600	10700
Thermophilentiter	1:1000	1:1000	1:10000
Colititer	1:100	1:100	1:10000

XVII. Versuch (Fortsetzung).

IV $6^1/_4$ a. m.	V 6 a. m.	Bemerkungen
wie III	wie I	Temperatur der Luft: 20°
wie I	wie I	Barometerstand: 753 mm Pegel: 169 cm
21 ° schw. alkal. —	21 ° schw. alkal. —	Infolge der zahlreichen, starken Gewitterregen der letzten Tage führte der Neckar bis gestern schmutziges Wasser. Bei Wieblingen ist an der Oberfläche eine Fettschicht bemerkbar; man sieht hier, ebenso wie beim Auslauf des Kanals zahlreiche suspend. Partikelchen schwimmen.
39,5	29	
384,6	362,4	
91,5	94,7	
293,0	267,7	
—	—	
—	—	
Ger. Spuren	Ger. Spuren	
—	—	
+	+	
32	32	
8,18	8,32	
0,73 (8,1%)	0,59 (6,5%)	
0,0538	0,0163	
16,6	14,4	
—	12,5	
6900	2950	
1:100	1:100	
1:100	1:10	

Ergebnisse der chemischen Untersuchung,

1. Allgemeine Beobachtungen.

Der Pegelstand schwankte während der ersten Versuche an den Entnahmetagen nur wenig. Von August bis Anfang Oktober hielt er sich zwischen 140 und 125 cm, also auf einer mittleren Höhe oder an der unteren Grenze der mittleren Höhe. Die Temperatur war dabei auch ziemlich konstant; sie schwankte zwischen 15° und 12°. Unter dem Einfluss des trockenen Wetters sank der Pegel im Oktober und November auf 116 cm und darunter, um im Dezember wieder auf 174 cm und im Januar sogar auf 209 cm anzusteigen. Dieser hohe Stand hielt aber nicht an und schon im Februar war wieder eine mittlere Höhe von 174 cm erreicht. Der Monat März, der sich durch viele Regenfälle auszeichnete, brachte wieder Hochwasser. Zu dieser Zeit ist der Neckar mehrmals über die Ufer getreten, am Tage des Versuchs wurden 282 cm notiert. In den Monaten April, Mai und Juni hatte er immer noch einen verhältnismässig hohen Wasserstand von zirka 180 cm. Ein Witterungsumschlag mit zahlreichen ergiebigen Gewitterregen, wie er Mitte Juni eintrat, brachte einen hohen Pegelstand für den grössten Teil dieses Monats und ebenso für den Monat Juli mit sich.

Die Schwankungen des Pegels im Laufe des Jahres sind also an den Entnahmetagen beträchtliche gewesen, sie betragen ungefähr das $2^1/_2$ fache des niedersten Pegelstandes.

Die Temperatur des Wassers hat an den Entnahmetagen von Mitte Oktober ab langsam abgenommen. Sie hat im Januar und Februar den Gefrierpunkt erreicht. Vom März ab steigt sie wieder langsam an, erreicht im Mai 12°, im Juni 17° und im Juli 21°.

2. Äussere Beschaffenheit des Wassers.

Die äussere Beschaffenheit des Wassers, so wie es beim sogenannten Hackteufel die Heidelberger Markung be-

tritt, war an den Entnahmetagen nach meinen Beobachtungen folgende:

An trockenen Tagen und nach einer längeren Regenpause war das Wasser fast klar; in regenreichen Monaten zeigte es eine geringe Opaleszenz. Da die Entnahmen nur vorgenommen wurden, wenn der Fusslauf klar war, also durch vorhergegangenc Regengüsse objektiv keine Verschmutzung mehr aufwies, so ergab sich auch nie ein beträchtlicher Bodensatz. Letzterer war meist körniger Natur und von gelb-bräunlicher Farbe.

Ein Geruch war nie zu konstatieren. Die Reaktion war stets eine schwach alkalische, wie sie gewöhnlich bei Flüssen gefunden wird.

Bezüglich der Entnahmestellen beim hyg. Institut und bei Edingen am Auslauf des Wieblinger Kanals gilt auch das für den Hackteufel gesagte.

Bei Wieblingen dagegen zeigt der Flusslauf an der Südseite schon objektiv eine stärkere Verschmutzung, die besonders bei mittlerem und niederem Wasser deutlich ausgeprägt ist, bei Hochwasser dagegen verschwindet. Es ist vorne schon einmal auf den Fettstreifen an diesem Ort hingewiesen worden, der vermutlich vom nahen Schlachthof kommt, sodann auf dem Schmutz, der sich in dem Schilf und an den Büschen des Ufers fängt. Der Bodensatz ist hier etwas dunkler gefärbt als oben und von mehr flockigem Charakter.

3. Suspendierte Bestandteile.

Sie sind insofern von Bedeutung, als ihr Vorhandensein oder Fehlen die Durchsichtigkeit des Wassers beeinflusst. Wichtig können sie auch werden als Träger von in Zersetzung begriffenen Substanzen, wenngleich letztere auch nur in geringer Menge darin enthalten sind.

Die Werte, wie sie bei den Entnahmen im Laufe des Jahres gefunden wurden, waren nicht sehr gross, sie schwankten aber stark. Im allgemeinen war die Menge abhängig von den Regenfällen, und bei Hochwasser deshalb am höchsten.

Als Durchschnittszahlen haben sich ergeben:

	insgesamt	Oktober-März	April-August.
bei I	24,4	24,4	24,4
bei II	26,7	27,4	26,1
bei III	29,4	30,8	28,0
bei IV	27,9	29,1	26,7
bei V	26,0	27,9	24,0

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die suspend. Stoffe überhaupt keine hohen Werte aufweisen. An den einzelnen Entnahmestellen sind jedoch kleine Unterschiede festzustellen. In geringem Grade sind sie beim hyg. Institut, und bei Wieblingen im Winterhalbjahr auch am Auslauf des Mühlkanals vermehrt. Neckarmitte und Nordufer bei Wieblingen zeigen hingegen nie eine Vermehrung gegenüber den oberhalb liegenden Stellen. Wenn man mit diesen Werten, die beim Abwasser gefundenen, vergleicht (siehe oben), so muss man annehmen, dass bei Wieblingen entweder eine sehr starke Verdünnung stattgefunden hat, oder aber, dass diese Stoffe vielleicht durch Sedimentierung, vielleicht auch durch die Tätigkeit der Bakterien oder durch biologische Prozesse beseitigt worden sind.

Die Tabelle zeigt ferner noch, dass zu den verschiedenen Jahreszeiten die Menge der suspend. Stoffe verschieden ist. Sie ist im Winterhalbjahr höher als in den Sommermonaten. Diese Beobachtung wurde übrigens auch bei anderen Flüssen gemacht. Sie lässt sich mit dem höheren Pegelstand im Winter gut in Einklang bringen.

4. Gelöste Stoffe.

Die Menge derselben ist im Neckarwasser im Vergleich zu anderen Flüssen relativ hoch. Sie ist auf den hohen Kalkgehalt des Wassers zurückzuführen, denn der Neckar bezieht weitaus den grössten Teil seines Wassers aus dem kalkreichen Boden des schwäbischen Jura und des Muschel-

kalkes. Für eine Verschmutzung spielen ja diese mineralischen Stoffe keine Rolle, wohl aber sind sie für die Frage einer etwaigen Verwendung des Flusswassers in industriellen Anlagen und für die Wasserversorgung von Gemeinden von praktischer Bedeutung.

Beim Neckarwasser steht ihre Menge in einem bestimmten Verhältnis zum Pegelstand, und zwar sind sie diesem umgekehrt proportional. Bei mittlerem und niederem Wasserstande schwankt sie nur wenig; im allgemeinen hält sie sich zwischen 400 und 550 mg. Bei Hochwasser dagegen kann sie auch stark sinken. So betrugen bei einer Entnahme die gelösten Stoffe nur 280 mg (s. Vers. XIII). Das Maximum liegt ungefähr bei 600 mg, welche Zahl aber nur einigemal erreicht oder überschritten wurde.

In der Literatur findet man Übereinstimmungen mit diesem Befund. In der Isar haben L. Pfeiffer und Eisenlohr zuerst darauf aufmerksam gemacht und zur Erklärung eine Verdünnung der durch das Grundwasser zugeführten anorganischen Stoffe bei Hochwasser angenommen. Ähnliche Verhältnisse haben sich dann noch in der Donau bei Wien, in der Elbe bei Königgrätz und in der Mosel gefunden.

Dagegen konnte Kisskalt in der Lahn keine Beziehungen zwischen gelösten Substanzen und Pegel feststellen, und beim Rhein wurde sogar ein Ansteigen ersterer bei Hochwasser beobachtet. Eine befriedigende Erklärung dieses Umstandes ist in der Literatur nicht zu finden. Nach Kisskalt soll dieses Verhalten jedoch von den örtlichen Verhältnissen und von der Jahreszeit zu der das Hochwasser eintritt, abhängen.

An den einzelnen Entnahmestellen sind stets kleine Schwankungen vorhanden, letztere sind aber gering. Die höchsten Zahlen wurden jedoch immer bei Wieblingen am Südufer gefunden.

5. Glührückstand und Glühverlust.

Sie verhalten sich im Prinzip wie der Gesamtrückstand. Es soll daher für sie auch das oben gesagte gelten.

6. Härte.

Das Neckarwasser ist sehr hart. Mit Clark'scher Lösung titriert, beträgt die Härte im Mittel 13,6, also rund $13^1/_2{}^0$. Das Maximum findet sich bei Niederwasser. Es betrug da an einem Entnahmetag rund $16^1/_2{}^0$; das Minimum, das bei Hochwasser festgestellt wurde, belief sich auf 9^0. Diese relativ hohe Härte ist, wie die hohe Zahl an gelösten Stoffen, auf den grossen Kalkreichtum des Wassers zu beziehen, der wiederum durch die geologischen Formationen des Quellengebietes der Nebenflüsse des Neckars bedingt ist.

7. Chloride.

Sie sind meist in Form des Natriumsalzes im Wasser enthalten. Ihr Ursprung kann zweifacher Art sein. Einmal können sie rein anorganischer, also unbedenklicher Herkunft sein, andererseits gelangen sie in nicht unerheblicher Menge mit Abwässern (Harn) in die Fussläufe. Beim Neckar kommen nun beide Quellen in Betracht; die geolog. insofern als er und seine Nebenflüsse am Unterlaufe durch den Muschelkalk fliesst, der sehr grosse Salzlager hat. Die Schwankungen der Menge sind ganz bedeutend. Sie entsprechen denen der gelösten Stoffe, jedoch sind die Ausschläge bei den verschiedenen Wasserständen viel grösser. Die mittlere Menge beträgt bei mittlerem Wasserstand zirka 35—50 mg pro Liter. Die grösste festgestellte Menge ist 73 mg beim Hackteufel, und 66 mg an demselben Tage bei den anderen Entnahmestellen. Dieses Mehr von 7 mg war vermutlich auf eine Verschmutzung durch die kurz oberhalb des Hackteufels gelegene Gerberei zurückzuführen. Am kleinsten war der Chlorgehalt bei dem Hochwasser im März mit 16 mg am Entnahmetag. Der Chlorgehalt bewegt sich also beim Neckar nach derselben Kurve wie die gelösten Stoffe; eine Zunahme durch Regen, wie sie von Marsson, Spitta und Thumm im Main beobachtet wurde, findet nicht statt. Man muss deshalb auch im Neckar bei Hochwasser Verdünnung der vom Fluss geführten Chloride durch Regenwasser annehmen.

In der Spree hat Frank und in der Mosel Brandenburg ähnliche Beobachtungen gemacht.

An den einzelnen Entnahmestellen finden sich keine Unterschiede. Ein Zuwachs des Chlorgehalts ist auch selbst an den durch Abwässer verunreinigten Stellen nicht zu erwarten; nach Dr. Laubenheimer (s. o.) ist der Chlorgehalt im Abwasser nicht sehr viel höher als im Flusswasser.

8. Ammoniak.

Über das Vorkommen soll folgende Tabelle Aufschluss geben.

	I	II	III	IV	V
			(Mitte)		
August 13.	—	—	—	—	—
September	—	—	+ +	—	—
		—	+ +	+	Min.
Oktober	—	—	+ +	+	Spuren
		—	+	+	„
November	+	—	+	+	„
Dezember	—	—	—	—	—
Januar 14.	—	—	—	—	—
Februar	Min. Spuren	Min. Spuren	+	+	Min. Spuren
März	—	—	—	—	—
April	—	—	—	—	—
Mai	—	—	+	—	—
Juni	—	—	+	—	—
Juli	—	—	+	—	—

Wir können daraus sehen, dass es zunächst im August nicht nachweisbar war. Zum erstenmal wurde es im September am südlichen Ufer nachgewiesen. Am nördlichen Ufer fehlte es an diesem Tage. An derselben Stelle war

es im Oktober dreimal vorhanden, desgleichen an dem Auslauf des Wieblinger Kanals und in ganz geringen Spuren bei Edingen. Im November war es dagegen an letzter Stelle nicht mehr nachzuweisen. Dann fehlt es im Neckar während des relativ hohen Wasserstandes im Dezember und Januar, und ist dagegen im Februar an allen Entnahmestellen nachzuweisen. Die Reaktion war jedoch bei Wieblingen und am Auslauf des Wieblinger Kanals die stärkste.

Im März und April fehlte es wieder offenbar als Folge des hohen Wasserstandes, und ist im Mai, Juni und Juli in Spuren bei Wieblingen nachweisbar.

Es ergibt sich hieraus, dass Ammoniak, wenn es überhaupt im Neckar gefunden wurde, immer bei Wieblingen an der Südseite nachzuweisen war. Die Reaktion war an dieser Stelle stets am stärksten, und wurde um so geringer, je weiter die betreffende Entnahmestelle von Wieblingen entfernt war.

Der allgemeine Nachweis an allen Entnahmestellen im Februar hat weiter nichts zu bedeuten, da man weiss, dass in der kälteren Jahreszeit Ammoniak auch in reinem Wasser vorkommen kann.

Es lässt sich ferner aus der Tabelle eine Beziehung von Ammoniak und Pegelstand finden, insofern als an den verschmutzten Stellen bei Mittel- und Niederwasser Ammoniak nachweisbar war, bei Hochwasser aber nicht. Vielleicht ist dieses Verhalten ausser auf die stärkere Verdünnung auch auf eine raschere Oxydation verbrennungsfähiger Stoffe zurückzuführen.

Was lehrt uns aber dieser Ammoniaknachweis im Wasser?

Nach Kisskalt gehört er mit zu den feinsten Methoden zum Nachweis von in Zersetzung begriffenem organischen Materials. Wir hätten demnach anzunehmen, dass der Neckar zu gewissen Zeiten, von der Einmündung des Mühlkanals an, an seinem südlichen Ufer solches Material führt, dass dieses Material auch noch im Wieblinger Kanal und manchmal sogar noch bei Edingen nachweisbar ist.

Es würde also der Neckar eine zirka 8 km lange Strecke und mehr brauchen, um sich dieser zersetzungsfähigen Stoffe zu entledigen.

Durch das Fehlen des Ammoniaks am Nordufer und Flussmitte bei Wieblingen ist zugleich der Beweis erbracht, dass das Abwasser des Mühlkanals sich nicht mit dem Neckarwasser vollständig mischt, dass es vielmehr am südlichen Ufer des Neckars hinzieht. Der das Abwasser führende Teil des Neckarwassers trennt sich dann wieder vom Flusse, durchfliesst den Wieblinger Kanal und mischt sich erst bei der Einmündung dieses Kanals, also zwischen Wieblingen und Edingen vollständig mit dem Fahrwasser (s. oben). Dieser Befund stimmt gut mit der schon oben erwähnten Vermehrung der suspend. Bestandteile, der gelösten Stoffe und den noch später zu besprechenden bakteriologischen Ergebnissen überein.

9. Salpetrige Säure und Salpetersäure.

Während Salpetr. Säure im Neckarwasser nie nachzuweisen war, war Salpetersäure stets, wenn auch nur in geringen Spuren festzustellen. Die Reaktion fiel dabei in der kälteren Jahreszeit stärker aus, als in der warmen. Sie ist auch in anderen Flüssen, so im Rhein, der Isar, der Spree u. s. f. immer zu finden. In einigen Flüssen scheint sie aber gar nicht oder nur sehr selten vorzukommen, wie im Main. Dass sie zu gewissen Zeiten in manchen Flüssen fehlen kann, wohingegen sie in anderen Jahren wieder nachweisbar wird, zeigen die Untersuchungen von Kisskalt und Hill in der Lahn. Während ersterer sie immer vermisste, wurde sie später von Hill in geringen Spuren bei jeder Entnahme nachgewiesen.

10. Der Sauerstoffgehalt.

Die hohe Bedeutung des Sauerstoffes für die Beurteilung der Gewässer ist in den älteren Arbeiten noch nicht erkannt gewesen. Erst Spitta hat durch seine umfangreichen Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf dieses Gebiet der Wasseranalyse gelenkt. In seinen Versuchen kam er zu

dem höchst wichtigen Ergebnis, dass der Sauerstoffgehalt immer da am höchsten ist, wo der Fluss am wenigsten verunreinigt ist. Nach ihm liegt seine Bedeutung also nicht nur darin, dass er für die das Wasser bewohnenden Tiere notwendig ist, sondern dass er auch ein wertvoller Indikator für den Reinheitszustand des Wassers ist. So lange ein Wasser freien Sauerstoff enthält ist eine Fäulnis fast ausgeschlossen, Verringert wird er hauptsächlich durch die Atmung der Bakterien. Da letztere nun um so zahlreicher sind, je schmutziger ein Wasser ist, so muss man annehmen, dass bei warmer Temperatur Sauerstoffgehalt und Verschmutzung im umgekehrten Verhältnis zu einander stehen.

Um über diese Faktoren eine möglichst gute Übersicht zu haben, habe ich in der folgenden Tabelle Sauerstoffgehalt Sauerstoffdefizit, Sauerstoffzehrung, Keimzahl und Colititer zusammengestellt.

Ort der Entnahme	Tag der Entnahme	Sauerstoff	Defizit	In Prozenten	Sauerstoffzehrung	Keimzahl	Thermophilentiter	Colititer
Hackteufel	4. VIII. 13.	8,53	0,38	4,26	0,056	3300	1:100	1:100
Wieblingen (Mitte)	4. VIII. 13.	9,90	+ 0,99	+ 9,0	0,0196	3750	1:100	1:100
Hackteufel	18. VIII. 13.	9,85	0,22	2,2	0,016	4900	1:1000	1:1000
Wieblingen M.	18. VIII. 13.	9,15	0,92	9,1	0,0133	6950	1:10000	1:10000
Hackteufel	2. IX. 13.	9,90	+ 0,75	+ 8,2	0,049	3800	1:1000	1:100
Wieblingen (Mitte)	2. IX. 13.	9,65	+ 0,48	+ 5,2	0,061	4100	1:100	1:100
Wieblingen (Nordseite)	2. IX. 13.	8,71	1,36	13,5	0,089	2200	1:100	1:100
Wieblingen (Südseite)	2. IX. 13.	7,42	2,65	26,3	0,063	20800	1:10000	1:10000
Hackteufel	28. IX. 13.	10,32	0,43	4,0	0,0404	920	1:100	1:10
Beim Institut	28. IX. 13.	—	—	—	—	1000	1:100	1:10
5 m unterhalb Neuenh. Abwässer .	28. IX. 13.	8,61	2,14	20,0	0,173	212400	1:100000	1:10000
100 m unterhalb	28. IX. 13.	8,98	1,77	16,7	0,152	49000	1:1000	1:100
100 m unterhalb	28. IX. 13.	9,14	1,61	15,0	0,0646	5300	1:100	1:100

Wieblingen (Mitte)	28. IX. 13.	9,90	0,85	7,9	0,0526	1340	1:1000	1:100
Beim Institut	3. X. 13.	13,16	+ 3,09	+ 29,7	0,097	1750	1:100	1:100
Wieblingen (Südseite)	—	9,75	0,32	3,2	0,086	18300	1:1000	1:100
Mündung des Kanals	—	7,17	2,9	28,8	0,033	18600	1:10000	1:1000
Edingen	—	9,08	0,99	10,0	0,06	2200	1:10000	1:100
Beim Institut	8. X. 13.	10,59	+ 0,52	+ 5	0,043	900	1:100	1:10
Heidelberger Mühlkanal	—	6,73	3,34	33	—	70100	1:100000	1:10000
Wieblingen s. Ufer	—	7,36	2,71	27	0,009	11300	1:100	1:100
Wieblingen Kanalmündung . . .	—	7,10	2,97	29,5	0,0045	11700	1:1000	1:1000
Edingen	—	8,34	1,73	17,1	0,0047	1610	1:10000	1:1000
Hackteufel	13. X. 13.	Verunglückt	—	—	—	3000	1:1000	1:100
Beim Institut	—	9,64	1,73	15,2	0,022	1950	1:100	1:100
20 m unterhalb Neuenh. Abwässer	—	9,64	1,73	15,2	0,012	2000	1:100	1:10
100 m weiter nnterhalb	—	9,65	1,72	15,2	0,0075	4800	1:10000	1:1000
500 m unterhalb	—	9,92	1,45	12,5	0,015	5000	1:10000	1:1000
Vor dem Zusammenfluß mit Mühlkanal	—	9,90	1,47	12,6	0,021	12200	1:1000	1:1000

Ort der Entnahme	Tag der Entnahme	Sauerstoff	Defizit	In Prozenten	Sauerstoffzehrung	Keimzahl	Thermophilentiter	Colititer
Mühlkanalmündung	13. X. 13.	9,62	1,75	15,4	0,022	16700	1:100000	1:1000
Wieblingen (südliches Ufer) . . .	—	9,14	2,23	18,8	0,029	10700	1:10000	1:10000
Wieblingen (Mitte)	—	9,87	1,5	13,1	0,008	1500	1:100	1:1000
Wieblinger Fabrik	--	9,04	2,33	20,5	—	2640	1:1000	1:1000
500 m unterhalb	—	9,95	1,42	12,4	0,017	1370	1:1000	1:100
Wieblinger Kanalmündung . . .	—	10,31	1,26	11	0,0102	66000	1:10000	1:10000
500 m unterhalb	—	9,91	1,46	12,8	—	10550	1:100	1:100
Edingen	—	9,61	1,76	15,4	0,0031	5470	1:1000	1:100
Hackteufel	24. X. 13.	11,6	+ 0,6	+ 5,45	0,0108	3150	1:100	1:100
Beim Institut	—	12,62	+ 1,62	+14,7	0,019	4600	1:1000	1:100
Wieblingen (Südseite)	—	10,42	0,58	5,3	0,0698	32000	1:1000	1:100
Wieblinger Kanal (Mitte vom Dorf)	—	11,95	+ 0,95	+ 8,6	0,0726	26600	1:100000	1:1000
Mündung des Wieblinger Kanals .	—	12,73	+ 1,73	+15,7	—	18900	1:10000	1:1000

I	8. XI. 13.	9,58	1,95	17	0,001	2600	1:1000	1:100
II	—	11,21	0,32	2,77	0,0349	3440	1:10000	1:10000
III (Südseite)	—	9,68	1,85	16	0,0636	7100	1:100000	1:1000
IV	—	9,31	2,22	19,2	0,009	13200	1:10000	1:10000
V	—	10,83	0,70	6	0,0264	2300	1:1000	1:100
I	6. XII. 13.	11,97	0,94	7,5	0,039	12700	1:10000	1:100
II	—	11,21	1,7	13,2	0,056	16450	1:1000	1:1000
III	—	10,63	2,28	17,6	0,041	11100	1:100	1:100
V	—	10,72	2,19	17,0	0,017	5100	1:1000	1:1000
I	17. I. 14.	13,55	1,02	7	0,0517	9200	1:1000	1:10
II	—	15,0	+ 0,43	+ 3	0,048	8600	1:100	1:10
III	—	14,77	+ 0,2	+ 1,3	0,051	10100	1:1000	1:100
IV	—	14,57	0	0	0,051	11660	1:100	1:100
V	—	15,32	— 0,75	+ 5	0,049	8800	1:100	1:10
I	7. II. 14.	14,19	+ 0,02	+ 0,1	0,0646	3450	1:100	1:100
II	—	13,62	0,95	6,5	0,0566	4900	1:100	1:100

Ort der Entnahme	Tag der Entnahme	Sauerstoff	Defizit	In Prozenten	Sauerstoffzehrung	Keimzahl	Thermophilentiter	Colititer
III	7. II. 14.	13,67	0,9	6,1	0,0838	21700	1:100	1:100
IV	—	13,57	1,0	6,8	—	7250	1:100	1:100
V	—	13,47	1,1	7	—	3200	1:100	1:100
I	28. III. 14.	11,66	0,45	3,7	0,03	15800	1:100	1:100
II	—	11,47	0,64	5,3	0,06	11000	1:100	1:100
III	—	11,84	0,27	2,2	0,062	17600	1:10000	1:10000
IV	—	11,76	0,35	2,8	0,032	29300	1:1000	1:100
V	—	11,76	0,35	2,8	0,04	21600	1:1000	1:100
I	18. IV. 14.	11,43	+ 0,18	+ 1,6	0,0205	6000	1:1000	1:100
II	—	11,21	0,04	0,3	0,0337	6300	1:1000	1:100
III	—	11,11	0,14	1,2	0,042	11500	1:1000	1:100
IV	—	11,51	— 0,26	2,4	0,0161	13400	1:1000	1:10
V	—	11,01	0,24	2,1	0,0299	3750	1:1000	1:100

I	16. V. 14.	9,8	1,2	10,7	—	15000	1:1000	1:100
II	—	10,48	0,52	4,3	0,013	4820	1:100	1:10
III	—	10,5	0,5	4,2	0,041	20246	1:1000	1:1000
IV	—	10,7	0,3	2,7	0,0237	3600	1:1000	1:1000
V	—	10,51	0,49	4,2	0,02	3600	1:10000	1:10000
I	4. VI. 14.	8,95	0,7	7,2	0,0223	4750	1:100	1:10
II	—	11,71	+ 2,06	+21	0,0363	4820	1:100	1:100
III	—	10,11	+ 0,46	+ 4,7	0,0754	9600	1:1000	1:100
IV	—	9,69	+ 0,04	0,5	0,0154	10300	1:10000	1:100
V	—	12,87	+ 3,22	33	0,0918	2900	1:100	1:10
I	13. VII. 14.	8,31	0,6	6,5	0,0142	3250	1:1000	1:100
II	—	8,33	0,58	6,4	0,0139	3600	1:1000	1:100
III	—	8,16	0,75	8,1	0,0386	10700	1:10000	1:10000
IV	—	8,18	0,73	8,0	0,0538	6900	1:100	1:100
V	—	8,32	0,59	6,5	0,0163	2950	1:100	1:10

Wir sehen dabei, dass freier Sauerstoff nie fehlte. Ferner zeigt sich, dass der Sauerstoffgehalt sich meist nur wenig von den von Winkler angegebenen Sättigungswerten entfernt. An manchen Orten, besonders am Hackteufel und beim hyg. Institut war manchmal, sowohl im Sommer als im Winter eine Übersättigung festzustellen. Sie war dabei beim hyg. Institut fast stets grösser als beim Hackteufel, ein Umstand, auf den ich später eingehen werde. Bei Wieblingen war an der südlichen Seite eine mehr oder weniger starke Abnahme gegenüber den oberen Entnahmestellen bemerkbar; dagegen zeigt die Neckarmitte und das nördl. Ufer bei Wieblingen letzteren gegenüber keine Verschiedenheit im Sauerstoffgehalt.

Am Auslauf des Wieblinger Kanals war das Defizit gewöhnlich noch höher als am südlichen Ufer bei Wieblingen; dagegen war bei Edingen der ursprüngliche Gehalt, so wie wir ihn beim Hackteufel vorgefunden haben, zumeist wieder erreicht. Immerhin kommen auch Tage vor, wo das Defizit auch an dieser Stelle beträchtlich grösser wie beim Hackteufel sein kann. Wie Tabelle zeigt, beträgt aber der Sauerstoffgehalt auch an den sauerstoffärmsten Tagen und an den verschmutzten Stellen nie weniger als $^2/_3$ des Sättigungswertes nach Winkler berechnet.

Die Schwankungen des Sauerstoffgehaltes an den einzelnen Entnahmestellen sind nicht immer gleich. Die Ausschläge sind, wie zu erwarten, am stärksten bei Niederwasser, am geringsten bei Hochwasser.

Im Vergleich zu den in der Literatur niedergelegten Beobachtungen hat der Neckar einen sehr hohen Sauerstoffgehalt. Spitta hat in der Spree stets ein Defizit gefunden, das an den verunreinigten Stellen innerhalb Berlins am stärksten war. Auch im Rhein, der Regnitz u. s. f. wurde eine Sauerstoffübersättigung nicht gefunden, währenddessen in der Lahn bei Giessen und zwar besonders im Sommer eine solche festzustellen war. Zum Schluss erhebt sich noch die Frage, wie im Neckar diese Übersättigung zu

erklären ist, und worauf es zurückzuführen ist, dass gerade das Wasser beim hyg. Institut die stärkste Übersättigung zeigt. 3 Faktoren müssen da in Betracht gezogen werden.

Bei einem Fluss, der viel chlorophyllhaltige Pflanzen führt, muss in erster Linie an sie gedacht werden. Nach Grosse-Bohle findet man weiterhin eine Übersättigung als Folge eingetretener Erwärmung des Wassers. Mit steigender Temperatur nimmt bekanntlich der Sättigungswert des Wassers ab und ein Teil des Gases wird dadurch überschüssig. Wenn nun das freigewordene Gas langsamer entweicht als es frei wird, tritt eine zeitweilige Übersättigung ein.

Man hat ferner im Experiment festgestellt, dass Wasser mit Luft geschüttelt, Sauerstoff aus derselben aufnimmt. Im Grossen ist dies bei Flüssen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit und starkem Wellenschlag der Fall. Beim Neckar mit seinen Stromschnellen spielt ausser den beiden ersten Faktoren gerade letzter Punkt eine Hauptrolle, und es ist die hohe Sauerstoffübersättigung beim hyg. Institut wahrscheinlich so zu erklären, dass das Wasser beim Durchfliessen des Hackteufels in innigere Berührung mit der Luft gebracht wird und so mehr Gelegenheit hat Sauerstoff zu absorbieren.

11. Sauerstoffzehrung.

Wir verstehen darunter die Abnahme des gelösten Sauerstoffes beim Stehenlassen luftdicht abgeschlossenen Wassers, berechnet auf einen Liter und eine Stunde.

Nach der Literatur war Gerardin der erste, der vor vielen Jahren darauf hingewiesen hat, dass stehen gelassenes Regenwasser allmählich seinen Sauerstoff verliert und dass das vom Hofe gesammelte Regenwasser sich dadurch auszeichnete, dass die Abnahme des Sauerstoffes eine viel raschere ist, als wenn man das Wasser direkt in Gefässen auffängt.

Ähnliche Beobachtungen machten einige Jahre später Knauthe und Reichard. Ersterer stellte auch fest, dass in organisch verunreinigten Gewässern der Sauerstoffver-

brauch höher sei. Rubner und seine Schüler, unter ihnen besonders Spitta gingen der Sache mehr auf den Grund und fanden, dass in der Hauptsache 2 Faktoren die Zehrung bedingen. Einmal sind es oxydative Prozesse, wie die Verbrennung organischer Substanz zu Kohlensäure und Wasser. Sie spielen aber eine so geringe Rolle, dass sie dem zweiten Faktor, den biolog. Prozessen gegenüber, nicht wesentlich in Betracht kommen. Letztere sind mit der Lebenstätigkeit, der im Wasser lebenden Organismen eng verknüpft. Die Zehrung hängt dabei ab von der Zahl der im Wasser enthaltenen Bakterien und von den Lebensbedingungen, die die Bakterien in dem betreffenden Wasser finden. Je mehr organ. Substanz im Wasser ist, um so besser sind dieselben und um so grösser der Verbrauch.

Spitta glaubt in dem Sauerstoffverbrauch einen genaueren Masstab für die Menge organischer Substanz im Wasser zu haben, als man sie mit der üblichen chemischen Untersuchung bekommt.

Heute wird der Sauerstoffzehrung bei den Wasseruntersuchungen ein grosses Gewicht beigelegt, da sie uns sowohl über die chemischen als über die biologischen Prozesse im Wasser aufklärt und gewissermassen ein Kombinationsverfahren zwischen der chemischen Untersuchung organ. Substanzen und der bakteriolog-quantitativen Methode der Keimzählung darstellt.

Wie aus den obigen Tabellen ersichtlich ist, ist die Zehrung nicht sehr gross. Die Zahlen stimmen im allgemeinen mit den in der Literatur niedergelegten überein.

Man kann heute aber noch nicht sagen, von welcher Zehrung an man eine grössere Verschmutzung anzunehmen hat, da die Methode noch zu jung und daher erst bei wenigen Wasseruntersuchungen angewandt worden ist. Kisskalt hat zwar versucht eine Verunreinigungsgrenze festzustellen. Sie liegt nach ihm bei 0,08 cm = 0,113 mg; die Zehrung, die unter dieser Zahl liegt, soll nicht von Bedeutung sein.

Ich habe mich darauf beschränkt, die Sauerstoffzehrung an den einzelnen Entnahmestellen zu vergleichen.

So ergibt sich dabei, dass das Allgemeinbild durch eine Erhöhung der Zehrung bei Wieblingen und am Auslauf des Wieblinger Kanals beherrscht wird, während die anderen Entnahmestellen ungefähr in der Zehrung übereinstimmen. Im Frühjahr sind dabei die Unterschiede geringer als im Sommer und Herbst.

Im allgemeinen geht die Zehrung mit den an den betreffenden Orten gefundenen Keimzahlen parallel. Man findet jedoch manchmal, worauf schon Hill aufmerksam gemacht hat, an verunreinigten Stellen trotz höherer Keimzahl eine geringere Zehrung als an Orten mit geringer Keimzahl. Hill hat daraus den Schluss gezogen, dass bei einem sauerstoffärmeren Wasser, wie man es an verschmutzten Stellen gewöhnlich vorfindet, und wie es an diesen Stellen auch im Neckar beobachtet wurde, die Abnahme des Gases auch bei vermehrter Keimzahl langsamer vor sich geht, als beim sauerstoffreichen Wasser (siehe Versuch vom 8. VIII. 13.). Preu hat übrigens diese Verhältnisse schon früher im Laboratoriumsexperiment beobachtet. Bei Zuführung von Luft konnte er eine erhöhte Zehrung erhalten.

12. Organische Substanzen.

Die Werte, die dabei gefunden wurden, haben den geringsten Ausschlag von allen Methoden der Wasseruntersuchung gegeben. Man bekam an Tagen, wo an der Entnahmestelle bei Wieblingen schon objektiv eine Verschmutzung deutlich nachzuweisen war, wo der Bodensatz in der Entnahmeflasche eine deutliche Vermehrung der Sedimente zeigte, dieselben Resultate oder nur unwesentliche Unterschiede gegenüber den oberen Entnahmestellen.

Im Durchschnitt wurde gefunden:

bei	I:	15,56	$KMnO_4$ Verbrauch
	II:	15,99	„ „
	III:	16,81	„ „
	IV:	15,9	„ „
	V:	15,54	„ „

Während der einzelnen Monate ist die Oxydierbarkeit nur unwesentlich von dem Durchschnitt verschieden, sie zeigt lediglich eine Steigerung bei Hochwasser.

Als Ursache des Ansteigens der organischen Substanz nach Regenfällen muss man nach Pfeiffer und Eisenlohr die durch den Regen in die Flüsse eingeschwemmten organ. Stoffe verantwortlich machen.

An den verschiedenen Entnahmestellen ist die Oxydierbarkeit im allgemeinen dieselbe, mit Ausnahme von Wieblingen, wo am südl. Ufer, nach der Tabelle, eine geringe Zunahme festzustellen ist.

Zu ähnlichen, wenig befriedigenden Resultaten, ist man auch in anderen Flüssen gekommen, sodass Kisskalt (und auch andere) auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schlusse kommt, dass die absoluten Zahlen der Oxydierbarkeit für die Beurteilung der Verschmutzung eines Flusses nicht massgebend sind. Man soll sich in diesem Falle lieber auf die Beurteilung durch die Sinne und auf andere Methoden verlassen.

Bakteriologische Ergebnisse.

1. Keimzahl.

Sie ist im Neckar im Laufe eines Jahres ziemlichen Schwankungen unterworfen; und zwar ist sie in den Sommermonaten niedrig und beträgt da durchschnittlich 3000 Keime pro ccm an nicht verunreinigten Stellen. Im Dezember steigt die Keimzahl beträchtlich an, bleibt hoch bis Mai, um in diesem Monat wieder auf den durchschnittlichen Stand der Sommermonate zu sinken. An den Entnahmestellen bei Wieblingen und an der Mündung des Wieblinger Kanals sind die Werte infolge der oberhalb einmündenden Heidelberger Abwässer entsprechend höher und können bis das 10fache der oberhalb gelegenen Entnahmestellen betragen (siehe Versuche vom 3. Okt. 13). Die Zahlen schwanken hier zwischen 10000 und 20000 Keimen; erstere Zahl wurde nicht sehr oft unterboten, letztere dagegen öfters überschritten.

Im Durchschnitt bekommt man rund folgende Zahlen:

bei I: 6300 Keime
II: 5600 „
III: 14500 „ (südl. Seite)
IV: 16500 „
V: 3600 „

Es ist dabei noch hinzuzufügen, dass bei Wieblingen nur die Südseite solch hohe Werte liefert, und dass Neckarmitte und Nordufer an dieser Stelle von dem Keimgehalt höher gelegener Stellen kein abweichendes Verhalten zeigen.

Durch Vergleich dieser Durchschnittszahlen an den einzelnen Stellen bekommt man ein höchst klares Bild über die Verschmutzung des Neckars, wie es von keiner chemischen Analyse auch nur annähernd erreicht wird. Diese Methode der Untersuchung hat während des ganzen Jahres auch nicht ein einziges Mal versagt und immer die grössten Ausschläge ergeben. Wir können daraus entnehmen, dass beim Hackteufel und beim hyg. Institut der Reinheitsgrad des Neckars ungefähr der gleiche ist. Wir sehen ferner eine Erhöhung der Keimzahl auf das $2^1/_2$—3fache bei Wieblingen (Süds.) und am Ausfluss des Wieblinger Kanals.

Die erhebliche Verminderung der Keimzahl bei Edingen machte anfänglich der Erklärung Schwierigkeiten. Durch eine Verdünnung mit dem Fahrwasser, das oben selbst zirka 6000 Keime führt, konnte diese Herabsetzung der Keimzahl nicht bedingt sein. Die Vermutung, dass es sich dabei um eine Verdünnung durch das Grundwasser des Neckarschuttkegels handelt, hat sich dann auch als richtig erwiesen. Bei Edingen erreicht nämlich der Spiegel desselben die Höhe des Neckarspiegels. Das hat zur Folge, dass der Neckar an diesem Ort, speziell aber bei Seckenheim, und im besonderen bei Niederwasser, einen Zustrom von Grundwasser aus dem Neckarschuttkegel erhält. Da dieses Wasser aber keimfrei, oder doch keimarm ist, so lässt sich die Herabsetzung der Keimzahl bei Edingen aus einer Verdünnung des Neckarwassers erklären.

Durchblättert man die Tabellen im einzelnen und vergleicht die Keimzahlen mit dem jeweiligen Pegelstand, so

kann man gewisse Beziehungen derselben untereinander feststellen. Man findet beim Ansteigen des Flusses eine Vermehrung, beim Fallen eine Verminderung der Keimzahlen. Beide gehen also einander parallel. An den verunreinigten Stellen tritt dieses Verhalten jedoch nicht so deutlich wie an den oberhalb gelegenen Stellen hervor.

Diese Erscheinung, die sich auch in anderen Flüssen gezeigt hat, wie in der Lahn, dem Main u. s. w. findet ihre natürliche Erklärung darin, dass durch den Regen viel bakterienhaltiges Material den Flüssen zugeführt wird.

2. Nachweis des Bakterium Coli und Bestimmung des Coli- und Thermophilentiters.

Die bakteriologischen Untersuchungen nehmen einen wichtigen Platz in der Methodik der Wasseruntersuchungen ein. In der Erkenntnis, dass die Infektion auf eine Bakterieninvasion zurückzuführen sei, legte man zuerst besondern Wert auf die Keimzahl. Für die Beurteilung der Infektiosität liess man sich dabei von dem an und für sich naheliegenden Gedanken leiten, dass bei hoher Keimzahl auch die Gefahr hoch sei, dass unter ihnen sich pathogene Keime befinden. Es hat sich aber gezeigt, dass diese Annahme für manche Fälle irreführend ist.

Zum Nachweis infektiöser Keime, wie sie besonders in den Fäkalien vorkommen, haben nun Petruschky und Pusch die Bestimmung des sogenannten Colititers in die Methodik der Wasseruntersuchung eingeführt. Sie wollen damit die Verdünnung feststellen, in der eben noch das Bakterium Coli nachzuweisen ist. In dem Nachweis des Bact. Coli glauben sie dabei einen Indikator für die Fäkalverunreinigung von Flüssen zu haben. Gärtner mahnt aber neuerdings bei dieser Verwertung des Colititers zur Vorsicht. Er meint, das Bact. coli wäre ubiquitär; gelangt aber zu dem Schlusse, dass es um so häufiger vorkomme, je näher die untersuchten menschl. Wohnstätten gelegen wären. Neuere Arbeiten von Fromme und Henningson schliessen sich wieder mehr der älteren Auffassung an.

Henningson scheidet das Bact. coli dabei in ein typisches und atypisches, in ein gasbildendes und nichtgasbildendes. Der Nachweis des typischen Bac. coli soll auf eine kurz vorhergehende Fäkalverunreinigung schliessen lassen.

Ich selbst habe die alten Methoden noch beibehalten und folgendes festgestellt:

Colibazillen konnten an allen Orten jederzeit nachgewiesen werden.

Der Colititer und Thermophilentiter fielen nicht immer zusammen; im letzteren Falle machten dann gramnegative, die Gelatine verflüssigende, bewegliche Stäbchen oder Kokken die Trübung aus. Spezifische Stäbchen wurden nie gefunden.

Der Colititer war dabei bei

	Zahl der Versuche	0,1	0,01	0,001	0,0001
I	13	2	10	1	—
II	13	3	8	1	1
III	13	—	8	2	3
IV	12	1	4	5	2
V	12	3	6	2	1

Man kann aus dieser Tabelle nicht viel entnehmen. Im allgemeinen herrscht der 2. Verunreinigungsgrad, mit Ausnahme der Mündung des Wieblinger Kanals vor, wo häufiger Grad 3 festgestellt wurde. Zu beobachten ist vielleicht ferner noch, dass beim Hackteufel nie Grad 4 und bei Wieblingen nie Grad 1 festgestellt worden ist.

Die Neuenheimer Abwässer und das Neckarwasser.

Bisher waren nur von den Abwässer der Alt- und Weststadt die Rede gewesen, es soll deshalb auch in wenigen Worten auf die Beschaffenheit des Neckarwassers nach der Einmündung der Neuenheimer Abwässer eingegangen werden.

Mit Rücksicht auf die geringe Menge spielen sie, wie auch zu erwarten war, für die Verschmutzung eine geringe Rolle, besonders da der Neckar an dieser Stelle eine sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit besitzt, und das Abwasser vollständig mit dem Neckarwasser gemischt wird.

Aus den Ergebnissen der chem. Untersuchungen ist eine Verunreinigung nur insofern festzustellen, als Ammoniak in geringen Spuren sowohl am Ufer als in der Mitte der Fahrrinne nachweisbar ist.

Vor dem Zusammenfluss der Fahrrinne mit dem Mühlkanal ist jedoch das Ammoniak verschwunden.

Die anderen chemischen Methoden geben nur am Ufer und zwar auch nur direkt und 100 m unterhalb der Einmündung einen geringen Ausschlag.

Die Keimzahlen sind nur bei Entnahmen am Ufer hoch und sind in der Flussmitte nur unwesentlich erhöht. Es ist diese Erhöhung vielleicht nicht einmal vollständig auf Kosten des Abwassers zu beziehen.

Nach diesen Befunden darf man also annehmen, dass die Verschmutzung des Neckars durch die Neuenheimer Abwässer nur eine geringe und schon nach einer kurzen Strecke im Neckar überhaupt kaum nachweisbar ist. Auf alle Fälle ist eine solche am Zusammenfluss der Fahrrinne mit dem Mühlkanal nicht mehr nachweisbar.

Mehrbelastung des Neckarwassers (vermutlich) nach Einführung der Schwemmkanalisation.

Nachdem wir in den vorhergehenden Kapiteln über die derzeitige Beschaffenheit des Neckarwassers an den verschiedenen Stellen unterrichtet worden sind, interessiert uns noch die Frage: Welche Steigerung wird die Verunreinigung erfahren, wenn gleichzeitig die Fäkalien eingeleitet werden und wie gross wird dieselbe sein?

Annähernd lässt sich diese Zahl berechnen. In Frage kommen dabei die organ. Bestandteile der Exkremente. Nach Rubner liefert im Mittel eine Person pro Tag 23,7 g

trockenen Kot und 56,6 g trockenen Harn. Als organisch kommen dabei in Betracht vom Kot 21,8 g, vom Harn 17,1 g; es kämen also an organ. Mat. 38 g pro Kopf und Tag mit 3,34 g Stickstoff. Wenn man nun bei Heidelberg eine Zunahme in den nächsten Jahrzehnten um 20000 Köpfe auf 80000 Köpfe annimmt, so würde die Mehrbelastung des Neckars pro Tag 80.38,9 kg = 3112 kg betragen mit 267,2 kg Stickstoff.

Davon sollen nach Rubner vom Kot 19 g mit 1,33 g Stickstoff ungelöst bleiben, also 80.19 = 1520 kg mit 106,4 kg Stickstoff. Es würden also an organ. Mat. mehr in Lösung gehen 3112 — 1520 = 1592 kg mit 160,8 kg Stickstoff.

Zur Berechnung der sekundl. Menge nimmt Marsson an, dass die Hälfte des Abwassertagesquantum in 9 Stunden abläuft und das Maximum das $1^1/_2$ fache des Durchschnitts beträgt.

Im ungünstigsten Falle wird daher pro Sekunde dem Neckar mehr zufliessen:

I. An gelösten Bestandteilen:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1592}{9.60.60} \cdot \frac{3}{2} = \frac{0{,}0737}{2} \text{ kg} = 36{,}8 \text{ g}$$

darunter Stickstoff.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{160{,}8}{9.60.60} \cdot \frac{3}{2} \text{ kg} = 3{,}7 \text{ g}.$$

II. An ungelösten Stoffen:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1520}{9.60.60} \cdot \frac{3}{2} = 0{,}0352 \text{ kg} = 35{,}2 \text{ g}$$

darunter Stickstoff.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{106{,}4}{9.60.60} \cdot \frac{3}{2} \; 0{,}00246 \text{ kg}.$$

Es kämen dabei also auf 1 l Wasser an gelösten Stoffen

$$\text{bei Niederwasser } \frac{36{,}8}{25000} \text{ g} = 1{,}472 \text{ mg}$$

$$\text{bei Mittelwasser } \frac{36{,}8}{200000} \text{ g} = 0{,}184 \text{ mg};$$

An ungelösten Stoffen

bei Niederwasser $\frac{35{,}2}{25000}$ g = 1,4 mg

bei Mittelwasser $\frac{35{,}2}{200000}$ g = 0,176 mg.

Bei Hochwasser würden die Werte so klein werden, dass ich auf ihre Ausrechnung verzichtet habe.

Rechnen wir nun die gelösten Stoffe zu den schon gefundenen Werten, so würde sich ihr organ. Anteil im Höchstfalle um 1,5 mg bei Niederwasser und um 0,184 mg bei Mittelwasser erhöhen. Da die gelösten Substanzen an für sich im Neckar sehr hohe sind und innerhalb weiter Grenzen zwischen 300 und 600 mg ungefähr schwanken, da ferner ihre organische Komponente kaum unter 100 mg pro Liter heruntergeht, so müssen wir diese Zunahme als eine verschwindend geringe bezeichnen.

Höher in Rechnung zu bringen sind die ungelösten Bestandteile. Wenn 1,4 bezw. 0,176 mg pro Liter dem Wasser mehr zugehen, so ist das bei zirka 25 mg suspend. Bestandteile, ein prozentual viel höherer Zuwachs als bei den gelösten Bestandteilen. An Bedeutung gewinnt dies noch mehr, wenn man bedenkt, dass diese suspend. organ. Partikelchen viel schwerer dem Sauerstoff des Wassers zugänglich, dass sie vor allen Dingen Träger der Kotbakterien und damit auch etwaiger krankheitserregender Mikroorganismen sind und durch Niedersinken auf den Boden in faulige Zersetzung geraten können.

Auf noch eines ist aufmerksam zu machen. Man kann die Frage aufwerfen, ob das Neckarwasser oberhalb Heidelberg auch in Zukunft denselben Grad von Reinheit besitzen wird, wie es heute der Fall ist. Nach den Mitteilungen der Tiefbauämter der am Oberlauf des Neckars liegenden grösseren Städten, Tübingen, Esslingen, Stuttgart, Ludwigsburg und Heilbronn ist in diesen Städten bisher noch nirgends die Schwemmkanalisation eingeführt, sie ist aber bei allen in Aussicht genommen und nur noch eine Systemfrage. In Stuttgart befindet sie sich sogar schon im Bau und soll 1916 in Betrieb genommen werden. Unter diesen

Verhältnissen ist vorauszusehen, dass bei einer Einleitung von Fäkalien von zirka 500 000 Menschen an die Selbstreinigungskraft des Neckars künftig erheblich höhere Anforderungen gestellt werden.

Schluss.

Nachdem wir oben die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen besprochen haben, möchte ich sie kurz zusammenfassen zu folgenden Schlusssätzen.

1. Das Heidelberger Abwasser ist zur Zeit ein sehr wenig konzentriertes.

2. Das unmittelbar oberhalb Heidelberg bei Trockenwetter geschöpfte Neckarwasser weist sowohl chemisch, wie bakteriologisch, im Vergleich mit anderen Flüssen keinen höheren Grad von Verschmutzung auf.

3. Auf dem Laufe durch die Stadt hat seine Beschaffenheit noch keine wesentliche Änderung erfahren, abgesehen von einer zuweilen beobachteten Steigerung des Sauerstoffgehaltes.

4. Eine Verunreinigung des Neckarwassers lässt sich bei Wieblingen und im Auslauf des Wieblinger Kanals sowohl chemisch als bakteriologisch nachweisen. An der letzten Stelle ist der Nachweis bei weitem der deutlichste.

5. Die durch chemische und bakteriologische Untersuchung nachweisbare Beeinflussung des Neckars durch die Heidelberger Abwässer ist bei Edingen verschwunden.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Prof. Kossel meinen Dank aussprechen für die Überlassung der Arbeit und die liebenswürdigen Unterstützungen während derselben.

Zu grossem Danke bin ich auch Herrn Privatdozent Dr. Laubenheimer und den Herren Baumeister Fries und Schwaab vom städt. Tiefbauamt verpflichtet, indem sie mir das Material zu dieser Arbeit in freundlicher Weise überliessen und mir stets auch mit Rat zur Seite standen.

Literatur-Angaben.

1. Ohlmüller-Spitta, Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. Berlin 1910. (J. Springer).
2. Spitta, Untersuchungen über die Verunreinigungen und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hyg. 38. 1900.
3. Grosse-Bohle, Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Rheinwassers. Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 7. 1909.
4. Kisskalt, Die Verunreinigung der Lahn und der Wieseck. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 53. 1906.
5. Brezina, Selbstreinigung der Donau bei Wien. Ebenda.
6. Hill, Der Einfluss des mechanisch geklärten Abwassers der Stadt Giessen auf das Lahnwasser. Zeitschr. f. Hyg. u. Infectionskrankh. 1910. Bd. 66.
7. Preu, Das Abwasser von Erlangen und die Regniiz an der Einmündung des Hauptspiels. Inaug.-Diss. Erlangen.
8. Knauthe, der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biolog. Zentralblatt 1898.
9. Marsson, Spitta und Thumm, Gutachten über die Zulässigkeit der Fäkalienabschwemmung der Stadt Hanau in den Main. Mitteil. aus d. Königl. Prüf.-Anst. für Wasserversorgung u. s. w. Berlin 1905. H. 5.
10. Steuernagel und Grosse-Bohle, Untersuchungen über den Einfluss der Niederschläge und der Abwässer auf die Zusammensetzung des Rheinwassers bei Köln. Ebenda. 1907. H. 8.
11. Tillmann, Über den Gehalt des Mainwassers an freiem und gelöstem Sauerstoff. Ebenda. 1909. Heft 12.
12. Petruschky und Pusch, Bact. coli als Indik. für Fäkalverunreinigung von Gewässern. Zeitschr. für Hyg. 49. 1903.
13. Pfeiffer und Eisenlohr, Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hyg. 1892. Bd. 14.
14. Henningson, Neue Methoden zur Beurteilung fäkaler Wasserverunreinigung. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. 1913. Bd. 74.
15. Gärtner, Das Bac. coli als Indikator für fäkale Verunreinigung eines Wassers. Ebenda. 1910. Bd. 67.
16. Akten des städt. Tiefbauamtes.
17. Unveröffentl. Untersuchungen von Dr. Laubenheimer über die Heidelberger Abwässer.

Lebenslauf.

Ich wurde am 26. Juni 1891 zu Beuren, Bez. Nürtingen (Württembg.) als Sohn des Kaufmanns Karl Friedrich Balz geboren. Meine Schulbildung genoss ich auf der Volksschule meines Heimatortes, auf der Realschule zu Neuffen, dem Realgymnasium zu Kirchheim-Teck und der Oberrealschule zu Esslingen am Neckar. Letztere verliess ich Juli 1909 mit dem Zeugnis der Reife.

Ich diente alsdann beim 1. Bayr. Fuss-Artillerie-Regiment zu Neu-Ulm a. d. D. Hierauf studierte ich 6 Semester zu Leipzig, wo ich Juli 1912 das Physikum bestand. Seit Ostern 1913 bin ich an der hiesigen Universität immatrikuliert.

Bei Ausbruch des Krieges wurde ich als Feldunterarzt dem Feld-Laz. 8 Garde-Res.-Rgt. zugeteilt, dem ich heute noch angehöre. Im März 1915 bestand ich das Kriegsexamen.